

Ref. 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2002-067174
 (43) Date of publication of application : 05.03.2002

(51) Int.CI

B29C 67/00
 G03F 7/20
 // B29K101:10

(21) Application number : 2000-261328

(71) Applicant : MINOLTA CO LTD

(22) Date of filing : 30.08.2000

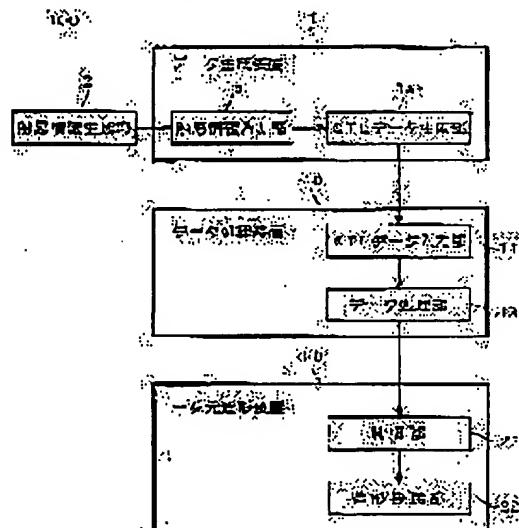
(72) Inventor : KOREISHI JUN

(54) DEVICE AND METHOD FOR DATA PROCESSING, AND DEVICE AND METHOD FOR THREE-DIMENSIONAL MOLDING

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a three-dimensional molded article wherein the feeling of an objective is faithfully duplicated.

SOLUTION: A data forming device 1 adds feeling information to the shape data for the molding objective in an STL data forming section 1a. Then, molding data in order to duplicate the shape and the feeling of the molding objective is formed in a data processing device 10. The molding data is transmitted to a three-dimensionally molding device 20. In the three-dimensionally molding device 20, the molding is performed based on the molding data obtained from the data processing device 10. As a result, for the three-dimensionally molded article, not only the shape of the molding objective, but also the feeling are faithfully duplicated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

Ref. 1

Family list

2 family members for:

JP2002067174

Derived from 2 applications.

**1 DEVICE AND METHOD FOR DATA PROCESSING, AND DEVICE AND
METHOD FOR THREE-DIMENSIONAL MOLDING**

Publication info: **JP2002067174 A** - 2002-03-05

2 Three-dimensional molding apparatus

Publication info: **US2002029094 A1** - 2002-03-07

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

Reference 1

2002/185

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-67174

(P2002-67174A)

(43) 公開日 平成14年3月5日 (2002.3.5)

(51) Int CL
B 29 C 67/00
G 09 F 7/20
// B 29 K 101:10

識別記号
501

F I
B 29 C 67/00
G 09 F 7/20
B 29 K 101:10

テーマード(参考)
2H097
501 4F213

審査請求 未請求 請求項の数21 OL (全25頁)

(21) 出願番号

特願2000-261328(P2000-261328)

(22) 出願日

平成12年8月30日 (2000.8.30)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル

(72) 発明者 是石 純

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100089233

弁理士 吉田 康明 (外2名)

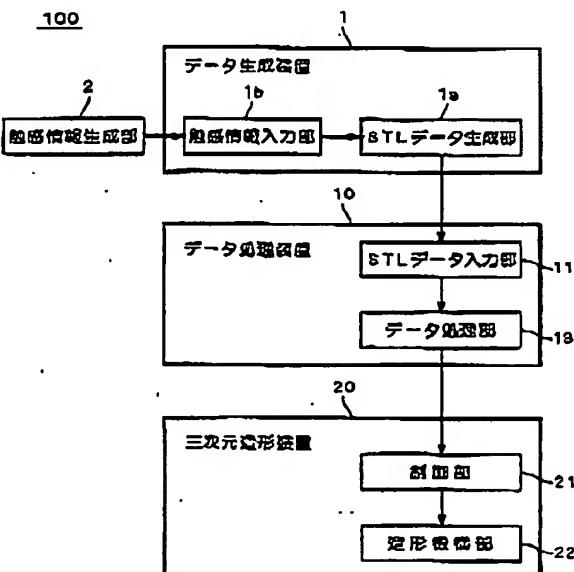
Fターム(参考) 2H097 CA17 FA02 LA15
4F213 AA36 WA25 WB01 WL05 WL14
WL26 WL42 WL96 WW33 WW34

(54) 【発明の名称】 データ処理装置及び方法、並びに三次元造形装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 対象物の触感を忠実に再現した三次元造形物を生成すること。

【解決手段】 データ生成装置1は、STLデータ生成部1aにおいて造形対象物についての形状データに触感情報を付加する。そして、データ処理装置10において造形対象物の形状及び触感を再現するための造形用データを生成し、その造形用データを三次元造形装置20に与える。三次元造形装置20では、データ処理装置10から得られる造形用データに基づいて造形を行う。その結果生成される三次元造形物は、造形対象物の形状だけでなく触感までもが忠実に再現されたものとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 三次元造形用となる造形用データを生成するデータ処理装置であって、対象物の形状に関する形状データを入力する形状データ入力手段と、前記対象物の触感に関する触感情報を入力する触感情報入力手段と、前記形状データと前記触感情報とに基づいて、前記対象物の形状及び触感を再現するための前記造形用データを生成するデータ生成手段と、を備えることを特徴とするデータ処理装置。

【請求項2】 請求項1に記載のデータ処理装置において、前記データ生成手段は、前記触感情報に基づいて、前記形状データの示す形状を変形させることによって、前記造形用データを生成することを特徴とするデータ処理装置。

【請求項3】 対象物の形状に関する形状データを入力する形状データ入力手段と、前記対象物の触感に関する触感情報を入力する触感情報入力手段と、前記形状データと前記触感情報とを関連づけて記憶する手段と、を備えることを特徴とするデータ処理装置。

【請求項4】 請求項3に記載のデータ処理装置において、前記触感情報は、前記対象物の触感を測定することによって得られる情報であることを特徴とするデータ処理装置。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載のデータ処理装置において、前記触感情報は、前記対象物の複数の部分のそれぞれについて、触感に関する情報を有することを特徴とするデータ処理装置。

【請求項6】 請求項5に記載のデータ処理装置において、前記触感情報は、前記触感に関する情報として、前記対象物の柔らかさに関する情報と前記対象物のテクスチャに関する情報との少なくとも一方を有することを特徴とするデータ処理装置。

【請求項7】 対象物の三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、前記三次元造形物を生成する造形手段と、前記対象物の形状に関する形状データと、前記対象物の触感に関する触感情報とに基づいて、前記造形手段を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項8】 請求項7に記載の三次元造形装置において、前記造形手段は、光造形方式によって前記三次元造形物を生成するものであり、所定のレーザ光源を駆動制御す

ることによって前記三次元造形物を生成することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項9】 請求項7に記載の三次元造形装置において、

前記造形手段は、インクジェット造形方式によって前記三次元造形物を生成するものであり、所定のインクジェットノズルからの射出材料を制御することによって前記三次元造形物を生成することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項10】 請求項7に記載の三次元造形装置において、

前記造形手段は、インクジェット造形方式によって前記三次元造形物を生成するものであり、複数のインクジェットノズルのうちからインクの吐出を行うインクジェットノズルの選択制御を行うことによって前記三次元造形物を生成することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項11】 請求項7に記載の三次元造形装置において、

前記造形手段は、粉末造形方式によって前記三次元造形物を生成するものであり、複数の粉末材料のうちから造形の際に使用する粉末材料の選択又は混合を行うことによって前記三次元造形物を生成することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項12】 請求項7に記載の三次元造形装置において、

前記造形手段は、粉末造形方式によって前記三次元造形物を生成するものであり、所定の粉末材料を結合させるための接着剤の塗布制御を行うことによって前記三次元造形物を生成することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項13】 請求項7ないし請求項12のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記触感情報は、前記対象物の触感を測定することによって得られる情報を有することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項14】 請求項7ないし請求項13のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記触感情報は、前記対象物の複数の部分のそれぞれについて、触感に関する情報を有することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項15】 請求項14に記載の三次元造形装置において、

前記触感情報は、前記触感に関する情報として、前記対象物の柔らかさに関する情報と前記対象物のテクスチャに関する情報との少なくとも一方を有することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項16】 対象物の形状に関する形状データを入力する工程と、

前記対象物の触感に関する触感情報を入力する工程と、前記形状データと前記触感情報とを関連づけて記憶する工程と、を有することを特徴とするデータ処理方法。

3

【請求項17】三次元造形用となる造形用データを生成するデータ処理方法であって、

対象物の形状に関する形状データを入力する工程と、前記対象物の触感に関する触感情報を入力する工程と、前記形状データと前記触感情報に基づいて、前記対象物の形状及び触感を再現するための前記造形用データを生成する工程と、を有することを特徴とするデータ処理方法。

【請求項18】対象物の三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、

前記対象物の形状に関する形状データと、前記対象物の触感に関する触感情報とを入力する工程と、

前記形状データと前記触感情報に基づいて、所定の造形手段を制御することにより、前記三次元造形物を生成する工程と、を有することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項19】三次元造形用として用いられる造形用データであって、

対象物の形状に関する形状データと、前記対象物の触感に関する触感情報とが関連づけられたデータ構造を有することを特徴とする造形用データ。

【請求項20】請求項19に記載の造形用データにおいて、

前記触感情報は、前記対象物の複数の部分のそれぞれについて、触感に関する情報を有することを特徴とする造形用データ。

【請求項21】請求項20に記載の造形用データにおいて、

前記触感情報は、前記触感に関する情報として、前記対象物の柔らかさに関する情報と前記対象物のテクスチャに関する情報との少なくとも一方を有することを特徴とする造形用データ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光造形方式、インクジェット造形方式、粉末造形方式等によって対象物の三次元造形物を生成する三次元造形技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、三次元造形を行う装置として、光造形方式、インクジェット造形方式、粉末造形方式等の種々の造形方式による装置が知られている。

【0003】例えば、光造形方式による三次元造形装置は、所定の光が照射されると硬化する液状の樹脂材料に対して、レーザ光を照射することにより造形対象物の形状を順次に再現していくものであり、いわゆるラビッドプロトタイピング装置と呼ばれる三次元造形装置の中でも最も代表的なものである。

【0004】また、インクジェット造形方式による三次元造形装置は、インクジェットノズルが設けられたヘッド部から微小な熱可塑性樹脂を射出しながら、インクを

10

20

30

40

50

4

順次に積層していくことで造形対象物の形状を再現するものである。

【0005】また、粉末造形方式は、薄い層状に伸展された粉末材料に対して接着剤を吐出して粉末材料を結合させるとともに、層形成と接着剤の吐出とを繰り返していくことで、粉末材料の結合体として三次元造形物を形成するものである。

【0006】さらに、これら以外にも粉末焼結法や紙積層法等による三次元造形装置が知られている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の三次元造形装置によって生成される三次元造形物は、全体として同一の柔らかさの三次元造形物しか生成することができないため、例えば、人体模型等における骨部分と皮膚部分のように部分ごとに柔らかさの異なる造形対象物については、触感を忠実に再現した三次元造形物を生成することが不可能であった。

【0008】また、三次元造形物に対して造形対象物の有する触感を忠実に再現するためには、部分ごとの柔らかさだけでなく、表面粗さ等も忠実に再現することが必要になる。なぜなら、柔らかさは三次元造形物の表面の弾力性を再現するものであり、三次元造形物の表面のざらつき感等は表面粗さ等によらなければ忠実に再現することができないからである。

【0009】そこで、この発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、造形対象物の触感を忠実に再現した三次元造形物を生成することのできる三次元造形装置及び三次元造形方法を提供することを目的とし、また、そのような三次元造形装置に適用される造形用データを生成するデータ処理装置を提供することも目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、請求項1に記載の発明は、三次元造形用となる造形用データを生成するデータ処理装置であって、対象物の形状に関する形状データを入力する形状データ入力手段と、前記対象物の触感に関する触感情報を入力する触感情報入力手段と、前記形状データと前記触感情報に基づいて、前記対象物の形状及び触感を再現するための前記造形用データを生成するデータ生成手段とを備えている。

【0011】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のデータ処理装置において、前記データ生成手段が、前記触感情報に基づいて、前記形状データの示す形状を変形させることによって、前記造形用データを生成することを特徴としている。

【0012】請求項3に記載の発明は、データ処理装置が、対象物の形状に関する形状データを入力する形状データ入力手段と、前記対象物の触感に関する触感情報を入力する触感情報入力手段と、前記形状データと前記触感情報とを関連づけて記憶する手段とを備えている。

【0013】請求項4に記載の発明は、請求項3に記載のデータ処理装置において、前記触感情報が、前記対象物の触感を測定することによって得られる情報であることを特徴としている。

【0014】請求項5に記載の発明は、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載のデータ処理装置において、前記触感情報が、前記対象物の複数の部分のそれぞれについて、触感に関する情報を有することを特徴としている。

【0015】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載のデータ処理装置において、前記触感情報が、前記触感に関する情報として、前記対象物の柔らかさに関する情報と前記対象物のテクスチャに関する情報との少なくとも一方を有することを特徴としている。

【0016】請求項7に記載の発明は、対象物の三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、前記三次元造形物を生成する造形手段と、前記対象物の形状に関する形状データと、前記対象物の触感に関する触感情報とに基づいて、前記造形手段を制御する制御手段とを備えている。

【0017】請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の三次元造形装置において、前記造形手段が、光造形方式によって前記三次元造形物を生成するものであり、所定のレーザ光源を駆動制御することによって前記三次元造形物を生成することを特徴としている。

【0018】請求項9に記載の発明は、請求項7に記載の三次元造形装置において、前記造形手段が、インクジェット造形方式によって前記三次元造形物を生成するものであり、所定のインクジェットノズルからの射出材料を制御することによって前記三次元造形物を生成することを特徴としている。

【0019】請求項10に記載の発明は、請求項7に記載の三次元造形装置において、前記造形手段が、インクジェット造形方式によって前記三次元造形物を生成するものであり、複数のインクジェットノズルのうちからインクの吐出を行うインクジェットノズルの選択制御を行うことによって前記三次元造形物を生成することを特徴としている。

【0020】請求項11に記載の発明は、請求項7に記載の三次元造形装置において、前記造形手段が、粉末造形方式によって前記三次元造形物を生成するものであり、複数の粉末材料のうちから造形の際に使用する粉末材料の選択又は混合を行うことによって前記三次元造形物を生成することを特徴としている。

【0021】請求項12に記載の発明は、請求項7に記載の三次元造形装置において、前記造形手段が、粉末造形方式によって前記三次元造形物を生成するものであり、所定の粉末材料を結合させるための接着剤の塗布制御を行うことによって前記三次元造形物を生成することを特徴としている。

【0022】請求項13に記載の発明は、請求項7ないし請求項12のいずれかに記載の三次元造形装置において、前記触感情報が、前記対象物の触感を測定することによって得られる情報であることを特徴としている。

【0023】請求項14に記載の発明は、請求項7ないし請求項13のいずれかに記載の三次元造形装置において、前記触感情報が、前記対象物の複数の部分のそれぞれについて、触感に関する情報を有することを特徴としている。

【0024】請求項15に記載の発明は、請求項14に記載の三次元造形装置において、前記触感情報が、前記触感に関する情報として、前記対象物の柔らかさに関する情報と前記対象物のテクスチャに関する情報との少なくとも一方を有することを特徴としている。

【0025】請求項16に記載の発明は、データ処理方法において、対象物の形状に関する形状データを入力する工程と、前記対象物の触感に関する触感情報を入力する工程と、前記形状データと前記触感情報とを関連づけて記憶する工程とを有している。

【0026】請求項17に記載の発明は、三次元造形用となる造形用データを生成するデータ処理方法であって、対象物の形状に関する形状データを入力する工程と、前記対象物の触感に関する触感情報を入力する工程と、前記形状データと前記触感情報とに基づいて、前記対象物の形状及び触感を再現するための前記造形用データを生成する工程とを有している。

【0027】請求項18に記載の発明は、対象物の三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、前記対象物の形状に関する形状データと、前記対象物の触感に関する触感情報とを入力する工程と、前記形状データと前記触感情報とに基づいて、所定の造形手段を制御することにより、前記三次元造形物を生成する工程とを有している。

【0028】請求項19に記載の発明は、三次元造形用として用いられる造形用データであって、対象物の形状に関する形状データと、前記対象物の触感に関する触感情報とが関連づけられたデータ構造を有することを特徴としている。

【0029】請求項20に記載の発明は、請求項19に記載の造形用データにおいて、前記触感情報が、前記対象物の複数の部分のそれぞれについて、触感に関する情報を有することを特徴としている。

【0030】請求項21に記載の発明は、請求項20に記載の造形用データにおいて、前記触感情報が、前記触感に関する情報として、前記対象物の柔らかさに関する情報と前記対象物のテクスチャに関する情報との少なくとも一方を有することを特徴としている。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0032】<1. 三次元造形システムの全体的構成と造形用データの生成>まず、この実施の形態における三次元造形システムの全体的構成について説明する。

【0033】図1は、三次元造形システム100の一構成例を示す概念図である。この三次元造形システム100は、データ生成装置1と触感情報生成部2とデータ処理装置10と三次元造形装置20とを備えて構成される。

【0034】データ生成装置1は、STLデータ生成部1aと触感情報入力部1bとを備えている。

【0035】STLデータ生成部1aは、三次元ソリッドモデルーや三次元サーフェイスモデルーと呼ばれる三次元CAD装置や、造形対象物の形状を直接計測する装置等によって構成され、造形対象物の三次元形状を、ラピッドプロトタイピングの技術分野において業界水準に至っているSTLフォーマットのデータ構造で表現し、そしてその結果生成されるSTLデータを出力するよう構成されている。

【0036】図2は、STLデータ生成部1aにおいて生成されるSTLデータを示す概念図である。STLデータは、造形対象物の表面を微小な三角形平面の集合体として近似することによって造形対象物の形状を表現した形状データとなっている。図2に示すように、STLデータは、微小平面P1について法線ベクトルデータDN1、第1頂点データDA1、第2頂点データDB1、第3頂点データDC1のデータを有している。他の微小平面P2、P3、…についても同様である。つまり、各微小平面は、微小三角形を構成する3つの頂点と、立体物の内部方向を示すための法線によって定義されるのである。

【0037】そして、STLデータ生成部1aにおいて生成される造形対象物の形状データであるSTLデータには、形状以外の他の情報として触感情報が付加される。

【0038】触感情報生成部2は、造形対象物の表面の触感を測定することで造形対象物の触感情報を生成する。触感には、造形対象物表面が弾力性や手触り感等がある。

【0039】図3は、弾力性を測定するための概念図である。触感情報生成部2は、変位センサ2aより造形対象物の表面9のある位置に対して力Fを与える。そして、造形対象物の表面9の変位量Xを検出する。このときのばね定数をKとすると、ばね定数Kは、 $K = F / X$ を計算することにより求めることができる。このばね定数Kが、造形対象物の計測点における弾力性を示す情報となる。そして、触感情報生成部2は、上記のようにして造形対象物の複数点についてばね定数Kを求め、データ生成装置1に出力する。

【0040】また、触感情報生成部2は、造形対象物のある位置の表面粗さを測定し、その表面粗さに関する情

報をテクスチャ情報として生成する。したがって、このテクスチャ情報は、造形対象物の手触り感等を再現するための情報となる。例えば、表面粗さの指標として用いられる中心線平均粗さや、造形対象物を構成している材料の粒子の大きさ等に基づいてテクスチャ情報を生成することができる。そして、触感情報生成部2は、造形対象物の複数点についてテクスチャ情報を生成し、データ生成装置1に出力する。

【0041】つまり、触感情報生成部2は、弾力性に関するばね定数や表面粗さに関するテクスチャ情報を触感情報としてデータ生成装置1に出力するのである。

【0042】なお、上記説明においては、触感情報生成部2が造形対象物のある位置のバネ定数や表面粗さ等を測定して触感情報を生成することについて述べたが、造形対象物が現物として存在しない場合等のように、造形対象物を測定することができない場合には、触感情報生成部2が一般的なコンピュータによって構成され、ユーザーが手入力等によって造形対象物の各部の触感情報を入力するようにしてよい。

【0043】また、触感情報生成部2は、弾力性や手触り感等に関する情報を加えて、さらに他の情報を触感情報に含めるようにしてもよい。

【0044】そして、データ生成装置1においては、触感情報入力部1bが触感情報生成部2からの触感情報を取得し、その取得した触感情報をSTLデータ生成部1aに与える。

【0045】そして、STLデータ生成部1aでは、造形対象物の形状に関するデータであるSTLデータに対して、触感情報生成部2から得られる触感情報を付加する。

【0046】図4は、STLデータ生成部1aにて生成されるSTLデータの概念図である。図4に示すように、STLデータ生成部1aは、STLデータの微小平面ごとに触感情報DF1、DF2、…を付加することにより、造形用データを生成する。ここで、付加する触感情報DF1、DF2、…は、触感情報生成部2から得られた触感情報である。

【0047】ただし、触感情報生成部2では造形対象物の表面全てについて触感情報を求めたものではなく、複数の代表点について触感情報を求めたものであるため、微小平面ごとに触感情報が存在しない場合もある。そこで、STLデータ生成部1aは、ある微小平面に対応する触感情報が得られていない場合には、その近傍の触感情報から補間処理を行うことによって各微小平面に対応する触感情報を生成し、それを各微小平面に対応づけることによって図4のように形状と触感とを対応づける。

【0048】また、STLデータ生成部1aは、触感情報に基づいて、そのような触感を再現するための最適な材料を特定する機能を有しており、各微小平面について

9

触感を再現する最適な材料を触感情報DF1, DF2, …のそれぞれに含めるようにしてよい。

【0049】なお、ばね定数とテクスチャ情報とが触感情報に含まれる場合のように、複数種類のパラメータが触感情報に含まれる場合には、それら全てのパラメータに基づいて三次元造形物の触感を再現することが困難な場合も考えられる。そのような場合には、いずれのパラメータを優先させて触感を再現するかを示す優先度を各パラメータに対応づけておくことが好ましい。そうすることにより、例えば、ばね定数とテクスチャとの双方を忠実に再現することが困難な場合に、優先度の高い方の触感を再現することが可能になる。

【0050】STLデータ生成部1aは、このようにしてSTLデータを生成し、データ処理装置10に対して出力する。なお、STLデータ生成部1aにおいても、各微小平面に対応する触感情報DF1, …をユーザが手入力等で入力設定するようにしてよいことは勿論である。

【0051】データ処理装置10では、STLデータ入力部11がSTLデータを取得し、それをデータ処理部13に与える。そして、データ処理部13が、STLデータに基づいて、造形対象物の形状及び触感を再現するための造形用データを生成する。そして、生成された造形用データは三次元造形装置20に与えられる。

【0052】三次元造形装置20は、所定の材料を用いて造形対象物の模型である三次元造形物を生成するもので、制御部21と造形機構部22とを備えている。制御部21は、データ処理装置10から得られる造形用データに基づいて造形機構部22を駆動制御する。造形機構部22は、制御部21からの制御によって所定の材料を用いて三次元造形物の生成を行う。造形機構部22は、光造形方式、インクジェット造形方式、粉末造形方式のいずれの造形方式によるものでもよい。また、光造形方式、インクジェット造形方式、粉末造形方式には含まれない他の造形方式によって三次元造形を行うものであってよい。

【0053】そして、三次元造形装置20は、データ処理装置10から得られる造形用データに基づいて三次元造形物の造形動作を行うように構成されており、その造形動作の際には、各微小平面に対応づけられた触感情報に基づいた造形動作が行われるので、三次元造形物の触感を造形対象物の触感と同様の状態に実現することが可能になる。

【0054】なお、上記説明においては、データ処理装置10と三次元造形装置20とが別体として構成される例について示したが、上記のデータ処理装置10を三次元造形装置20の内部機能として構成してもよい。

【0055】図5は、そのような構成の三次元造形システム100aの構成例を示す概念図である。図5に示すように三次元造形システム100aでは、三次元造形裝

10

置20aがSTLデータ入力部11と触感情報入力部12とデータ処理部13と制御部21と造形機構部22とを備えており、上述のデータ処理装置10の機能を三次元造形装置20aが実現するように構成される。なお、この構成の場合でも、各部の詳細な機能及び作用は、上述したものと同様である。

【0056】また、データ処理装置10において生成される造形用データは、メモリカードやCD-R等の可機型の記録媒体に記録された状態で、三次元造形装置20に入力されるように構成してもよいことは勿論である。

【0057】<2. 光造形方式>まず、造形機構部22における造形方式が光造形方式である場合の三次元造形について説明する。

【0058】図6は、光造形方式の三次元造形装置である光造形装置30を示す図である。光造形装置30は、造形機構部22として、液状の光硬化性樹脂を貯留する樹脂槽31、三次元造形物を生成するためのステージ36、ステージ36を支持する支持部材35、支持部材35及びステージ36を微小ピッチで下降させたり又は上昇させる昇降駆動部34、光硬化性樹脂を硬化させるためのレーザ光を発生させる光源32、光源からのレーザ光を光硬化性樹脂の液面に集光させる集光レンズ33、を備えている。制御部21は、昇降駆動部34及び光源32を制御するとともに、光源32及び集光レンズ33によって構成されるヘッド部分をXY平面内で任意の位置に移動させる。

【0059】この光造形装置30によって三次元造形を行なう際には、まず、ステージ36の上面を液面からわずかに低下した位置に初期設定し、その状態でヘッド部分をXY平面内で走査させるとともに、造形用データに基づいて光源32をON/OFF制御する。この結果、ステージ36上には微小な厚さの三次元造形物の一層分の形状が実現できる。そして、ステージ36を一層の厚さ分下降させ、その上に次の一層分を形成するために光硬化性樹脂を硬化させる。このような動作を繰り返すことにより、樹脂槽31内部のステージ36上に硬化された樹脂による三次元造形物91が順次に形成されていき、最終的にステージ36上に三次元造形物91の完成品が得られることになる。

【0060】三次元造形物91を造形する際には、造形用データの触感情報に基づいて、三次元造形物91の触感が造形対象物の触感と同様のものとなるように、造形される。

【0061】具体的には、造形対象物の柔らかさ等の弾力性を再現するためには、三次元造形物91の内部側に空洞部分(微小穴)を形成し、三次元造形物91の表面に押圧力が加わったときの収縮量が、ばね定数Kによって定まる変位量とほぼ等しくなるように実現する。ばね定数Kは三次元造形物91の部分ごとに異なる場合もあるため、その場合には各部分ごとに内部に形成する空洞

11

部分の直径を変更し、各部分ごとにばね定数Kに基づいた収縮量を示すように実現される。

【0062】また、造形対象物のざらざら感やつるつる感といった手触り感のなめらかさを実現するためには、三次元造形物91の表面にテクスチャ情報を応じた微小突起を形成する。テクスチャ情報は造形対象物の表面粗さに関する情報であるため、テクスチャ情報に基づいて微小突起の形状や大きさ等を変更することで、三次元造形物91の表面の手触り感を、造形対象物の手触り感と同様のものに実現することができる。また、テクスチャ情報は、三次元造形物91の部分ごとに異なる場合もあるため、その場合には各部分ごとに表面に形成する微小突起の形状や大きさ等を変更することで、各部分ごとにテクスチャ情報に基づいた手触り感を実現することができる。

【0063】以下に、これらの触感を実現するための具体的な処理手順について説明する。

【0064】図7は、三次元造形システム100において三次元造形物の弾力性を再現する光造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【0065】まず、データ生成装置1が造形対象物の柔らかさ、すなわち弾力性に関する触感情報（ばね定数K）を形状データであるSTLデータに付加し、データ処理装置10が造形用データを生成する。そして、光造形装置30の制御部21にその造形用データが与えられる（ステップS100）。そして、光造形装置30の制御部21は、造形用データに設定された各微小平面の弾力性に関する触感情報から、その微小平面に対応する部分を造形する際に内部側に形成する空洞部分、すなわち微小穴の直径D1を所定の演算処理を行うことにより求める（ステップS102）。

【0066】図8は、ばね定数Kと微小穴の直径D1との関係を示す図である。図8に示すように、ばね定数Kが大きい場合には、三次元造形物の内部側に形成される微小穴の直径D1は小さくなり、逆にばね定数Kが小さい場合には微小穴の直径D1は大きくなる。制御部21が図8のような対応関係を示す所定の演算式に基づいて計算を行うことによってばね定数Kから微小穴の直径D1を求める。なお、図8のような、ばね定数Kと微小穴の直径D1との関係は、例えば制御部21の内部メモリ等に記憶されており、制御部21が造形用データに記述されている触感情報に基づいて内部メモリ等を検索して、直径D1を求めるように構成してもよいことは勿論である。

【0067】そして、制御部21はステップS102で求められた微小穴の形状を造形用データの形状データに付加する（ステップS104）。例えば、造形用データに含まれている形状データは造形対象物の外形に関する形状データであるため、内部側については何ら形状は有さないのが一般的である。しかし、この実施の形態では

12

造形を行う際に、内部側に微小穴を形成する必要があることから、その微小穴の形状を形状データに付加するのである。

【0068】図9は、微小穴形状の付加を概念的に示す図である。三次元造形物を造形するための外形92が図9（a）に示すような形状である場合、制御部21はその外形92の内部側に直径D1の微小穴93の形状を付加（変形）し、触感情報の弾力性を実現するための形状データを生成するのである。この結果、造形用データに含まれる立体的な形状データには、造形対象物の外形を再現するための形状のみならず、造形対象物の触感である弾力性をも再現するための形状が含まれることになる。また、触感情報が部分ごとに異なる場合には、部分ごとに異なる微小穴93が内部側に形成されるように、形状データが生成される。

【0069】そして、制御部21は、ステップS104において微小穴93の形状が付加された立体的な形状データに基づいて、光造形の際にステージ36を順次下降させていくときの微小ピッチごとに複数平面でスライスした断面形状を求める（ステップS106）。この断面形状は、ステージ36がある高さ位置にあるときに光源32を含むヘッド部分をXY平面で走査させて一層分の造形動作を行う際に用いられる形状データとなる。

【0070】そして、制御部21は昇降駆動部34を駆動させてステージ36の上面側又は三次元造形物91の上端側に未硬化液体層を形成させる（ステップS108）。そして、制御部21は複数の断面形状のうちから造形対象となる一層分の断面形状を抽出し（ステップS110）、その抽出した断面形状に基づいてレーザ光の走査を開始させる（ステップS112）。そして、制御部21は、断面形状に応じた一層分の形状を実現するために、断面形状に基づいて光源32のON/OFF制御を行い、光硬化性樹脂を硬化させる（ステップS114）。

【0071】図10は、制御部21による光源32のON/OFF制御の例を示す図である。図10に示すように、光源32からのレーザ光は、制御部21による制御によって、経路81を通過するように走査する。そして、制御部21は、三次元造形物を造形するための外形92と、その内部側の微小穴93とを再現するために、位置a, b, c, dのそれぞれでレーザ光のON/OFF状態を切り換える。具体的には、位置aにおいてレーザ光をON状態にして樹脂を硬化させて三次元造形物の外形92を再現し、位置cにおいてレーザ光をOFF状態に切り換えて三次元造形物の内部に微小穴93を形成する。また、位置dにおいてレーザ光をON状態に切り換えて三次元造形物を生成するために樹脂を硬化させるとともに、位置bにおいてレーザ光をOFF状態に切り換えて三次元造形物の外形92を再現する。このように断面形状の外形部分と微小穴部分とでON/OFF状態

13

を切り換えることで、三次元造形物を造形対象物と同様の形状に再現することができるとともに、弾力性に関しても造形対象物と同様の弾力性を有する三次元造形物を再現することが可能になるのである。

【0072】そして、制御部21は、最後の層形成が完了したか否かを判断し(ステップS116)、「YES」であればステージ36上に所望の三次元造形物が完成したことになるため、処理を終了させるとともに、「NO」であれば最後の層形成が完了するまでステップS108～S114の処理を繰り返す。

【0073】以上のような処理によって得られる三次元造形物91は、造形対象物の外形と同様の形状を有しているとともに、内部に形成された微小穴によって造形対象物の弾力性と同様の弾力性を有している。つまり、三次元造形物がスポンジ状に内部に微小穴を多数有するように構成され、それらの微小穴によって弾力性が造形対象物のものと一致するように調整が行われているのである。また、造形対象物の弾力性が部分ごとに異なっている場合には、それら各部分に対応する三次元造形物91の部分ごとに内部に形成される微小穴の大きさが異なったものとして形成されるため、三次元造形物91の弾力性も造形対象物と同様に部分ごとに異なったものとして実現される。

【0074】したがって、上記のような処理シーケンスを光造形方式に適用することで、三次元造形物の弾力性を造形対象物の弾力性と同様の状態に再現することができる。

【0075】次に、図11は、三次元造形システム100において三次元造形物のテクスチャを再現する光造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【0076】まず、データ生成装置1が造形対象物の手触り感、すなわちテクスチャに関する触感情報(テクスチャ情報)を形状データであるSTLデータに付加し、データ処理装置10が造形用データを生成する。そして、光造形装置30の制御部21にその造形用データが与えられる(ステップS200)。そして、光造形装置30の制御部21は、造形用データに設定された各微小平面のテクスチャに関する触感情報(テクスチャ情報)から、その微小平面に対応する部分を造形する際に、その部分に形成する微小突起の大きさ(より具体的には、直径D2)を所定の演算処理を行うことにより求める(ステップS202)。

【0077】図12は、テクスチャ情報と微小突起の直径D2との関係を示す図である。テクスチャ情報が大きい場合にはその部分の表面粗さが滑らかであることを意味しており、逆にテクスチャ情報が小さい場合にはその部分の表面粗さが粗いことを意味している。したがって、図12に示すように、テクスチャ情報の値が大きい場合には、三次元造形物の表面に形成される微小突起の大きさは小さくなり、逆にテクスチャ情報の値が小さい

14

場合には、三次元造形物の表面に形成される微小突起の大きさは大きくなる。制御部21が図12のような対応関係を示す所定の演算式に基づいて計算を行うことによってテクスチャ情報の値から微小突起の直径D2を求める。なお、図12のような、テクスチャ情報と微小突起の直径D2との関係は、例えば制御部21の内部メモリ等に記憶されており、制御部21が造形用データに記述されている触感情報に基づいて内部メモリ等を検索して、直径D2を求めるように構成してもよいことは勿論である。

【0078】そして、制御部21はステップS202で求められた大きさの微小突起の形状を造形用データの形状データに付加する(ステップS204)。造形用データに含まれている形状データは微小突起等が含まれていない造形対象物の外形に関する形状データであるため、その外形に関する形状データに微小突起の形状を付加するのである。

【0079】図13及び図14は、微小突起形状の付加を概念的に示す図である。図13(a)に示すように、元の造形対象物の形状を再現するための外形94がある場合、制御部21は、この外形94に対してテクスチャ情報に応じた半球状の微小突起95a、95bの形状を付加(変形)するのである。微小突起95a、95bの大きさは、上記のようにして求められた直径D2と一致する。図13(a)に示すように微小突起95aと95bとの大きさが異なるのは、その部分に対応するテクスチャ情報の値がそれぞれで異なっていたことに起因するものである。

【0080】また、図13(b)に示すように、錐体状の微小突起96a、96bを形成するようにもよい。図13(b)のような錐体を形成すれば、より三次元造形物の表面の手触り感を造形対象物の手触り感に近づけることが可能になる。

【0081】なお、図12には、テクスチャ情報と微小突起の大きさとの関係を示したが、テクスチャ情報の値に応じて、三次元造形物の表面に形成する微小突起の形状を変更するように構成してもよい。例えば、テクスチャ情報の値が大きく、三次元造形物の表面を比較的滑らかに仕上げる場合には、図13(a)の上うな角の無い球状体を微小突起として形成するのに対し、テクスチャ情報の値が小さく、三次元造形物の表面を比較的粗く仕上げる場合には、図13(b)の上うな角のある錐体を微小突起として形成することで、三次元造形物の手触り感等を造形対象物に忠実に再現することが可能になる。

【0082】そして、制御部21は、図14(a)に示すような元の外形94がある場合、その外形94の表面に直径D2の微小突起95の形状を付加し、触感情報のテクスチャを実現するための形状データを生成するのである。この結果、造形用データに含まれる立体的な形状データには、造形対象物の外形を再現するための形状の

みならず、造形対象物のテクスチャ、すなわち手触り感をも再現するための形状が含まれることになる。また、触感情報が部分ごとに異なる場合には、部分ごとに異なる微小突起95が表面に形成されるように、形状データが生成される。

【0083】そして、制御部21は、ステップS204において微小突起95の形状が付加された立体的な形状データに基づいて、光造形の際にステージ36を順次下降させていくときの微小ピッチごとに複数平面でスライスした断面形状を求める(ステップS206)。この断面形状は、ステージ36がある高さ位置にあるときに光源32を含むヘッド部分をXY平面で走査させて一層分の造形動作を行う際に用いられる形状データとなる。

【0084】そして、制御部21は昇降駆動部34を駆動させてステージ36の上面側又は三次元造形物91の上端側に未硬化液体層を形成させる(ステップS208)。そして、制御部21は複数の断面形状のうちから造形対象となる一層分の断面形状を抽出し(ステップS210)、その抽出した断面形状に基づいてレーザ光の走査を開始させる(ステップS212)。そして、制御部21は、断面形状に応じた一層分の形状を実現するために、断面形状に基づいて光源32のON/OFF制御を行い、光硬化性樹脂を硬化させる(ステップS214)。

【0085】図15は、制御部21による光源32のON/OFF制御の例を示す図である。図15に示すように、光源32からのレーザ光は、制御部21による制御によって、経路81を通過するように走査する。そして、制御部21は、三次元造形物を造形するための外形94と、その内部側の微小突起95とを再現するためには、位置e, fのそれぞれでレーザ光のON/OFF状態を切り換える。具体的には、位置eにおいてレーザ光をON状態にして樹脂の硬化を開始させるとともに、位置fにおいてレーザ光をOFF状態に切り換える。これにより、三次元造形物の外形を造形対象物の外形と同様に形成することができるばかりでなく、三次元造形物の表面の手触り感等を造形対象物のそれを同様の状態に再現することが可能になる。

【0086】そして、制御部21は、最後の層形成が完了したか否かを判断し(ステップS216)、「YES」であればステージ36上に所望の三次元造形物が完成したことになるため、処理を終了するとともに、「NO」であれば最後の層形成が完了するまでステップS208～S214の処理を繰り返す。

【0087】以上のような処理によって得られる三次元造形物91(図6参照)は、造形対象物の外形と同様の形状を有しているとともに、その表面に形成された微小突起によって造形対象物の手触り感と同様の手触り感を有している。また、造形対象物の手触り感が部分ごとに異なる場合には、それら各部分に対応する三次元

造形物91の部分ごとに表面に形成される微小突起の大きさや形状が異なるものとして形成されるため、三次元造形物91の手触り感も造形対象物と同様に部分ごとに異なるものとして実現される。

【0088】したがって、上記のような処理シーケンスを光造形方式に適用することで、三次元造形物のテクスチャ、すなわち手触り感を造形対象物のそれと同様の状態に再現することが可能になるのである。

【0089】なお、上記の説明においては、造形対象物の弾力性を再現する場合と、テクスチャを再現する場合とを分けて説明したが、これらを同時に実現することも勿論可能である。その場合、ばね定数Kから内部側に形成する微小穴の形状(直径D1)を求めるとともに、テクスチャ情報から表面側に形成する微小突起の形状(直径D2)を求める、造形用データの形状データにこれらの形状データを付加しておく。そして、それらの形状が付加された立体的な形状データから断面形状を求めて、順次造形動作を行つていけば、三次元造形物の弾力性と手触り感との双方を造形対象物に一致させることができるのである。

【0090】<3. インクジェット造形方式>次に、造形機構部22における造形方式がインクジェット造形方式である場合の三次元造形について説明する。

【0091】図16は、インクジェット造形方式の三次元造形装置であるインクジェット造形装置40を示す図である。インクジェット造形装置40は、図1又は図5に示した造形機構部22として、熱可塑性樹脂を加熱溶解したワックスのような液状樹脂を複数種類貯留し、それら液状樹脂を液滴として吐出させるインクジェットヘッド41、インクジェットヘッド41から吐出される液状樹脂を堆積させて三次元造形物82を生成するための基台となるステージ43、ステージ43を支持する支持部材44、支持部材44を昇降させることによってステージ43を昇降動作させる昇降駆動部45、ステージ43上に積層される樹脂の高さ寸法を整えるためのフライス刃物47、及びフライス刃物47を回転させるとともにXY平面内でフライス刃物47を移動させる駆動部46、を備えている。なお、昇降駆動部45制御部21によって制御され、ステージ43を任意の高さ位置に設定することができる。また、フライス刃物47の動作も制御部21によって制御される。

【0092】インクジェットヘッド41には、複数のノズル42a, 42b, 42cが設けられており、制御部21の制御によって各ノズル42a, 42b, 42cからはそれぞれ異なる種類の液状樹脂が吐出される。また、インクジェットヘッド41は制御部21の制御によってXY平面内を移動するよう構成されており、ステージ43上の任意の位置に各ノズル42a, 42b, 42cを移動させることができる。

【0093】ノズル42a及びノズル42bは三次元造

17

形物82を造形するための樹脂を吐出するものであり、ノズル42cは三次元造形物82がオーバーハング部を有する場合にそのオーバーハング部を支持するためのサポート部83を形成するための樹脂を吐出するものである。

【0094】このインクジェット造形装置40によって三次元造形を行う際には、まず、ステージ43の上面を各ノズル42a, 42b, 42cの樹脂吐出位置からわずかに低下した位置に初期設定し、その状態でインクジェットヘッド41をXY平面内で走査させるとともに、造形用データに基づいて各ノズルから所定の樹脂を吐出制御する。この結果、ステージ43上には微小な厚さの三次元造形物の一層分の形状が実現できる。そして、ステージ43を一層の厚さ分だけ下降させ、その上に次の二層分を形成するために樹脂を吐出する。このような動作を繰り返すことにより、ステージ43上に吐出された樹脂が硬化して三次元造形物82が順次に形成されていき、最終的にステージ43上に三次元造形物82の完成品が得られることになる。

【0095】なお、オーバーハング部においては、ノズル42cから吐出される樹脂によりサポート部83が形成され、その上に造形用の樹脂が吐出されることで適切にオーバーハング形状が再現されることになる。サポート部83を形成するための樹脂は、三次元造形物82を形成するための樹脂よりも融点の低いものが用いられ、造形完了後に造形用樹脂の融点よりも低く、かつ、サポート用樹脂の融点よりも高い温度とすることで、三次元造形物82からサポート部83のみを除去することが可能である。

【0096】そして、この実施の形態では、三次元造形物82を造形する際に、造形用データの触感情報に基づいて、三次元造形物82の触感が造形対象物の触感と同様のものとなるように、造形される。

【0097】例えば、造形対象物の柔らかさ等の弾力性を再現する場合には、ノズル42aから硬化したときに比較的柔らかくなる材質の樹脂を吐出し、ノズル42bから硬化したときに比較的硬くなる材質の樹脂を吐出するように構成する。そして、造形用データの各微小平面に対応づけられている触感情報である柔らかさに関する情報(ばね定数K)に基づいて、その弾力性と一致する、又は近い方の樹脂材料を特定するとともに、ノズル42a, 42bのうちから一つのノズルを選択する。そして、その部分の造形動作を行う際には、選択されたノズルから樹脂の吐出を行わせることにより、触感情報に示された弾力性と近似した弾力性を有する三次元造形物82の生成を行うことが可能になる。図16に示す例において、三次元造形物82のうち上側部分82aがノズル42aより吐出された樹脂により形成されており、下側部分82bがノズル42bより吐出された樹脂により形成されているとすると、三次元造形物82の上側部分

20

18

82aは比較的柔らかく、下側部分82bは比較的硬い状態となって生成されることになる。

【0098】なお、図16では、造形対象物の触感を再現するために、2種類の樹脂を2つのノズル42a, 42bから吐出するように構成されている例について説明したが、樹脂の種類を3種類以上とするとともに、ノズルの数を3個以上で構成し、上記と同様に柔らかさ等が最も近似する樹脂材料を選択して造形を行うように実現すれば、造形対象物の触感をより忠実に再現することが可能になる。

【0099】また、弾力性の異なる2種類の樹脂を用いて、三次元造形物82に任意の弾力性を再現する場合には、制御部21が、触感情報のばね定数Kに基づいて2種類の樹脂材料の組成比を求め、その組成比に応じて樹脂材料の吐出を行いつつ造形を行っていくように構成すれば、2種類の樹脂のそれぞれが示す弾力性の中間の弾力性を示す三次元造形物を生成することが可能になる。

【0100】図17は、三次元造形システム100において三次元造形物の弾力性を再現するインクジェット造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【0101】まず、データ生成装置1が造形対象物の柔らかさ、すなわち弾力性に関する触感情報(ばね定数K)を形状データであるSTLデータに付加し、データ処理装置10が造形用データを生成する。そして、インクジェット造形装置40の制御部21にその造形用データが与えられる(ステップS300)。そして、インクジェット造形装置40の制御部21は、造形用データに設定された各微小平面の弾力性に関する触感情報から、2種類の樹脂の組成比を求める(ステップS302)。

30

【0102】図18は、ノズル42aから吐出される樹脂材料の組成比率αと、ばね定数Kとの関係を示す図である。図18に示すように、ノズル42aからの樹脂で三次元造形物を構成したとき、その三次元造形物のばね定数はK2で実現され、ノズル42bからの樹脂で三次元造形物を構成したとき、その三次元造形物のばね定数はK1で実現される。したがって、制御部21が、触感情報に含まれるばね定数Kの値、及び図18の関係に基づいて、ノズル42aから吐出される樹脂材料の組成比率αを求めることにより、他方のノズル42bから吐出される樹脂材料の組成比率が $\beta = (100 - \alpha)$ で求められる。そして、ノズル42aとノズル42bとの樹脂比を「 $\alpha : 100 - \alpha$ 」として決定することができ、三次元造形物の弾力性をK1～K2の範囲内で任意の弾力性に調整することが可能になるのである。

40

【0103】そして、制御部21は、上記のような組成比の計算を、造形用データの各微小平面について対応づけられた触感情報ごとに行い、各微小平面ごとに造形の際の組成比を求める。

50

【0104】なお、厳密な弾力性の再現が求められない場合には、上述のように触感情報のばね定数Kに最も近

19

い方の樹脂材料を選択するだけでもよく、この場合には効率的な造形処理を行うことができる。

【0105】そして、制御部21はステップS302に求めた組成比に基づいて、各ノズル42a, 42b(さらには42c)から樹脂を吐出する位置を求める(ステップS304)。そして、制御部21は、造形用データが示す立体的な形状データから一層ごとの造形動作に用いられる、複数平面でスライスした断面形状を求める(ステップS306)。

【0106】そして、制御部21は昇降駆動部45を駆動させてステージ43の上面側又は三次元造形物82の上端側に一層分の空きスペースを形成するとともに、複数の断面形状のうちから造形対象となる一層分の断面形状を抽出する(ステップS308)。そして、抽出された断面形状に対応した、各ノズルからの樹脂の吐出位置を抽出する(ステップS310)。そして、制御部21は、各ノズルが全ての吐出位置を適切に通過するようにインクジェットヘッド41の走査経路を求める(ステップS312)、その後走査経路に沿ってインクジェットヘッド41の走査を開始させる(ステップS314)。

【0107】そして、制御部21は、インクジェットヘッド41を移動させつつ、各ノズル42a～42cが適当な吐出位置となつたときに各ノズルから所定の樹脂材料を吐出させ、一層分の造形動作を行う(ステップS316)。

【0108】その後、制御部21は、最後の層形成が完了したか否かを判断し(ステップS318)、「YES」であればステージ43上に所望の三次元造形物82が完成したことになるため、処理を終了させるとともに、「NO」であれば最後の層形成が完了するまでステップS308～S316の処理を繰り返す。

【0109】以上のような処理によって得られる三次元造形物82は、造形対象物の外形と同様の形状を有しているとともに、造形対象物の弾力性と同様の弾力性を有している。つまり、三次元造形物が造形対象物の弾力性と同様の弾力性を有するように、樹脂材料の選択又は混合が行われているため、三次元造形物の弾力性が造形対象物のそれを同様の状態で再現されるのである。また、造形対象物の弾力性が部分ごとに異なる場合には、それら各部分に対応する三次元造形物82の部分ごとに樹脂材料又は樹脂材料の組成比が変更されるため、三次元造形物82の弾力性も造形対象物と同様に部分ごとに異なったものとして実現される。

【0110】したがって、上記のような処理シーケンスをインクジェット造形方式に適用することで、三次元造形物の弾力性を造形対象物の弾力性と同様の状態に再現することが可能になるのである。

【0111】次に、造形対象物の手触り感等のテクスチャを再現する場合には、図19に示すように、ノズル42dから粒子径の小さな木目の細かい樹脂材料を吐出

10

20

し、ノズル42eから粒子径の大きな木目の粗い樹脂材料を吐出するように構成する。また、ノズル42dのノズル径を小さく、ノズル42eのノズル径を大きく構成して、ノズル42d, 42eから吐出される樹脂の液滴サイズを異なるように構成してもよい。そして、造形用データの各微小平面に対応づけられている触感情報(テクスチャ情報)に基づいて、ノズル42d, 42eのうちからテクスチャと一致する、又は近い方の一つのノズルを選択する。そして、その部分の造形動作を行なう際には、選択されたノズルから樹脂の吐出を行わせることにより、触感情報に示されたテクスチャと近似した手触り感を有する三次元造形物82の生成を行うことが可能になる。図19に示す例において、三次元造形物82のうち領域82cがノズル42dより吐出された樹脂により形成されており、領域82dがノズル42eより吐出された樹脂により形成されているとすると、三次元造形物82の領域82cの部分は比較的粗く、ざらざらした触感が実現されるのに対し、領域82dの部分は比較的滑らかな触感が実現される。

20

【0112】なお、この場合も、ノズルの数を3個以上で構成し、それぞれのノズルから粒子径の異なる性質の樹脂材料を吐出させたり、液滴サイズの異なる樹脂を吐出するように構成すれば、上記と同様に最もテクスチャ情報に近い一つのノズルを選択するように実現するだけで、造形対象物の触感をより忠実に再現することが可能になる。

30

【0113】図20は、三次元造形システム100において三次元造形物の手触り感等のテクスチャを再現するインクジェット造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

30

【0114】まず、データ生成装置1が造形対象物の手触り感、すなわちテクスチャに関する触感情報(テクスチャ情報)を形状データであるSTLデータに付加し、データ処理装置10が造形用データを生成する。そして、インクジェット造形装置40の制御部21にその造形用データが与えられる(ステップS400)。そして、インクジェット造形装置40の制御部21は、造形用データに設定された各微小平面のテクスチャに関する触感情報(テクスチャ情報)から、その部分のテクスチャを実現するための微小突起等の大きさ(より具体的には、直徑D2)を所定の演算処理を行うことにより求める(ステップS402)。なお、このステップS402で行なう演算は、図11のステップS202における演算と同様である。

40

【0115】そして、制御部21は、ノズル42d, 42eのうちから、ステップS402で求めた直徑D2に最も近い樹脂を吐出するノズルを選択決定する(ステップS404)。なお、ステップS402, S404の処理は造形用データに含まれる微小平面の全てについて行われ、三次元造形物の外形を造形する際に使用するノズ

2J

ルが選択決定される。そして、制御部21は、造形用データが示す立体的な形状データから一層ごとの造形動作に用いられる、複数平面でスライスした断面形状を求める(ステップS406)。

【0116】そして、制御部21は昇降駆動部45を駆動させてステージ43の上面側又は三次元造形物82の上端側に一層分の空きスペースを形成するとともに、複数の断面形状のうちから造形対象となる一層分の断面形状を抽出する(ステップS308)。そして、抽出された断面形状に対応した、各ノズルからの樹脂の吐出位置を抽出する(ステップS410)。そして、制御部21は、各ノズルが全ての吐出位置を適切に通過するようにインクジェットヘッド41の走査経路を求め(ステップS412)、その走査経路に沿ってインクジェットヘッド41の走査を開始させる(ステップS414)。

【0117】そして、制御部21は、インクジェットヘッド41を移動させつつ、各ノズル42d, 42eが適当な吐出位置となったときに各ノズルから所定の樹脂材料を吐出させ、一層分の造形動作を行う(ステップS416)。

【0118】その後、制御部21は、最後の層形成が完了したか否かを判断し(ステップS418)、「YES」であればステージ43上に所望の三次元造形物82が完成したことになるため、処理を終了するとともに、「NO」であれば最後の層形成が完了するまでステップS408～S416の処理を繰り返す。

【0119】以上のような処理によって得られる三次元造形物82は、造形対象物の外形と同様の形状を有しているとともに、その表面に吐出された大きさの異なる樹脂液滴によって造形対象物の手触り感と同様の手触り感を有している。また、造形対象物の手触り感が部分ごとに異なっている場合には、それら各部分に対応する三次元造形物82の部分ごとに表面に吐出される樹脂の大きさが異なったものとして形成されるため、三次元造形物82の手触り感も造形対象物と同様に部分ごとに異なったものとして実現される。

【0120】したがって、上記のような処理シーケンスをインクジェット造形方式に適用することで、三次元造形物のテクスチャ、すなわち手触り感を造形対象物のそれと同様の状態に再現することが可能になるのである。

【0121】なお、上記の説明においては、造形対象物の弾力性を再現する場合と、テクスチャを再現する場合とを分けて説明したが、これらを同時に実現することも勿論可能である。その場合、異なる弾力性を実現するための複数種類の樹脂材料を吐出することができるよう構成するとともに、異なる大きさの樹脂を吐出することができるように構成する。そして、ばね定数Kから吐出する樹脂の種類を決定したり、組成比を決定するとともに、テクスチャ情報から表面側形成時に樹脂を吐出するノズルを選択する。これにより、三次元造形物の弾力性

22

と手触り感との双方の触感を造形対象物に一致させることができ可能になる。

【0122】また、インクジェット造形装置40において、弾力性を実現するために複数種類の樹脂を吐出する複数のノズルを備える構成例について示したが、ノズルに樹脂を供給する段階で、いずれか一つの樹脂を選択供給したり、複数の樹脂を混合供給するよう構成すれば、ノズルは1つで実現することが可能になる。

【0123】さらに、このインクジェット造形装置40においては、弾力性を実現するために複数種類の樹脂を吐出する構成例について示したが、上記の光造形方式の場合と同様に、三次元造形物の内部側にばね定数Kに応じた微小穴を形成するようにしてもよい。また、テクスチャを実現するために、上記の光造形方式の場合と同様に、三次元造形物の表面側にテクスチャ情報を応じた微小突起を形成するようにしてもよい。そのように構成すれば、1種類の樹脂材料で、かつ、ノズルの数も1つでよいため、装置構成を簡単にできる。

【0124】<4. 粉末造形方式>次に、造形機構部22における造形方式が粉末造形方式である場合の三次元造形について説明する。

【0125】図21は、粉末造形方式の三次元造形装置である粉末造形装置50を示す図である。粉末造形装置50は、図1又は図5に示した造形機構部22として、粉末を積層して三次元造形物を形成する造形部56と、セラミック粉末、金属粉末、プラスチック粉末等の粉末材料を貯留しておき、造形部56に供給する粉末供給部51と、造形部56に供給された粉末材料を伸展させて薄層を形成する伸展ローラ53と、伸展された薄層状の粉末材料に接着剤を吐出して造形用データに応じた形状となるように粉末材料を固結させるヘッド部54と、を備えて構成される。

【0126】造形部56は、周囲が壁部56aで囲まれた内部側にステージ57が設けられて構成される。ステージ57は支持部材58によって支持されており、制御部21からの制御部によって昇降駆動部59が支持部材58を昇降駆動することによって、ステージ57を所定ピッチで下降させたり、上昇させたりすることができる。

【0127】粉末供給部51には2つの供給部51a, 51bが設けられており、各供給部51a, 51bは造形部56のY方向の長さ寸法をカバーすることができるよう、Y方向に長い部材で構成されており、各供給部51a, 51bの下部側には粉末を造形部56に供給するための開口部が形成される。したがって、粉末供給部51は、X方向に1回移動すれば、造形部56の上面側全面にわざわざ粉末材料の供給を行うことが可能となっている。

【0128】また、供給部51a, 51bには、それぞれ異なる性質の粉末材料が貯留されるとともに、それぞ

23

れの粉末の供給を制御する制御弁52a, 52bが設けられている。なお、制御弁52a, 52bは制御部21によって個別に開閉制御される。

【0129】伸展ローラ53は、粉末供給部51が粉末材料を供給した後側からX方向に進むことで、粉末材料を伸展し、均一な厚さの薄層を形成する機能を有する。

【0130】また、ヘッド部54は、所定の接着剤を微小な液滴として吐出するノズル55を備えており、制御部21の制御によってXY平面内で移動可能であって、造形部56の上端面に形成された粉末層のうちの三次元造形物84を形成するために必要な位置に接着剤を供給することで、粉末材料を固着させる。

【0131】この粉末造形装置50によって三次元造形を行う際には、まず、ステージ57の上面を造形部56の上端面からわずかに低下した位置に初期設定し、その状態で粉末供給部51をX方向に移動させるとともに、ステージ57上に粉末材料を供給し、伸展ローラ53によって薄い粉末層を形成する。この結果、ステージ57上には微小な厚さの三次元造形物の一層分の粉末材料が供給されたことになる。そして、粉末層の上からヘッド部54より接着剤を吐出することによって、一層分の断面形状を固着させ、三次元造形物の一層分の形状を形成する。そして、ステージ57を一層の厚さ分だけ下降させ、その上に次の二層分を形成するために粉末層を形成し、再び接着剤を吐出する。このような動作を繰り返すことにより、ステージ57上に吐出された樹脂が硬化して三次元造形物84が順次に形成されていく、最終的にステージ57上に三次元造形物84の完成品が得られることになる。

【0132】そして、この実施の形態では、三次元造形物84を造形する際に、造形用データの触感情報に基づいて、三次元造形物84の触感が造形対象物の触感と同様のものとなるように、造形される。

【0133】例えば、造形対象物の柔らかさ等の弾力性を再現する場合には、供給部51aには比較的柔らかい粉末材料を充填しておき、供給部51bには比較的硬い粉末材料を充填しておく。そして、造形用データの各微小平面に対応づけられている触感情報である柔らかさに関する情報(ばね定数K)に基づいて、その弾力性と一致する、又は近い方の粉末材料を特定するとともに、供給部51a, 51bのうちから一つの供給部を選択する。そして、造形動作を行う際には、選択された供給部から粉末材料の供給を行わせることにより、触感情報に示された弾力性と近似した弾力性を有する三次元造形物84の生成を行うことが可能になる。図21に示す例において、三次元造形物84のうち上側部分84aが供給部51aから供給された粉末材料により形成されており、下側部分84bが供給部51bから供給された粉末材料により形成されているとすると、三次元造形物84の上側部分84aは比較的柔らかく、下側部分84bは

10

30

30

40

50

24

比較的硬い状態となって形成されることになる。

【0134】なお、図21では、造形対象物の触感を再現するために、2種類の粉末材料を2つの供給部51a, 51bから供給するように構成されている例について説明したが、粉末材料の種類を3種類以上とするとともに、供給部の数を3個以上で構成し、上記と同様に柔らかさ等が最も近似する粉末材料を選択して造形を行いうように実現すれば、造形対象物の触感をより忠実に再現することが可能になる。

【0135】また、弾力性の異なる2種類の粉末材料を用いて、三次元造形物84に任意の弾力性を再現する場合には、制御部21が、触感情報のばね定数Kに基づいて2種類の粉末材料の組成比を求め、その組成比に応じて2種類の粉末材料の混合を行い、混合された粉末材料を供給して造形を行っていくように構成すれば、2種類の粉末材料のそれぞれが示す弾力性の中間の弾力性を示す三次元造形物を生成することが可能になる。

【0136】図22は、任意の弾力性を実現するために粉末材料を混合する構成を示す図である。図22に示すように粉末供給部51は、供給部51a, 51bの下方側に混合部511を有しており、混合部511の内部には搅拌ローラ512を有する。各制御部21は、ばね定数Kに基づいて2種類の粉末材料の組成比を求め、その組成比に適合するように各供給部51a, 51bの制御弁52a, 52bを開閉して、混合部511に2種類の粉末材料を供給する。そして、制御部21は混合部511の搅拌ローラ512を動作させて、2種類の粉末材料を搅拌した後、混合部511に設けられた制御弁52cを開放して造形部56に粉末材料を供給する。このとき供給される粉末材料は、上記の組成比に適合したものとなっているため、単位体積当たりの粉末材料の組成比が調整されたものとなっており、任意の弾力性の三次元造形物が実現されることになる。

【0137】図23は、三次元造形システム100において三次元造形物の弾力性を再現する粉末造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【0138】まず、データ生成装置1が造形対象物の柔らかさ、すなわち弾力性に関する触感情報(ばね定数K)を形状データであるSTLデータに付加し、データ処理装置10が造形用データを生成する。そして、粉末造形装置50の制御部21にその造形用データが与えられる(ステップS500)。そして、粉末造形装置50の制御部21は、造形用データに設定された各微小平面の弾力性に関する触感情報から、2種類の樹脂の組成比を求める(ステップS502)。この組成比の求め方は、図17のステップS302と同様である。制御部21は、組成比の計算を、造形用データの各微小平面について対応づけられた触感情報ごとに行い、各微小平面ごとに造形の際の組成比を求める。

【0139】なお、厳密な弾力性の再現が求められない

場合には、上述の上に触感情報のばね定数Kに最も近い方の粉末材料を選択するだけでもよく、この場合には効率的な造形処理を行うことができる。

【0140】そして、制御部21は、造形用データが示す立体的な形状データから一層ごとの造形動作に用いられる、複数平面でスライスした断面形状を求める(ステップS504)。この断面形状が、接着剤を吐出する領域を示すことになる。

【0141】そして、制御部21は昇降駆動部59を駆動させてステージ57の上面側又は三次元造形物84の上端側に一層分の空きスペースを形成するとともに、複数の断面形状のうちから造形対象となる一層分の断面形状を抽出する(ステップS506)。そして、制御部21は組成比に応じて複数の粉末材料を混合部511にて混合し(ステップS508)、所定位位置に混合した粉末材料を供給するとともに、伸展ローラ53によって粉末層を形成する(ステップS510)。そして、制御部21はヘッド部54を駆動し、断面形状に応じて接着剤を吐出して、断面形状に対応する部分の粉末材料を固着させる(ステップS512)。

【0142】その後、制御部21は、最後の層形成が完了したか否かを判断し(ステップS514)、「YES」であればステージ57上に所望の三次元造形物84が完成したことになるため、処理を終了するとともに、「NO」であれば最後の層形成が完了するまでステップS506～S512の処理を繰り返す。

【0143】以上のような処理によって得られる三次元造形物84は、造形対象物の外形と同様の形状を有しているとともに、造形対象物の弾力性と同様の弾力性を有している。つまり、三次元造形物が造形対象物の弾力性と同様の弾力性を有するように、粉末材料の選択又は混合が行われているため、三次元造形物の弾力性が造形対象物のそれを同様の状態で再現されるのである。また、造形対象物の弾力性が部分ごとに異なる場合には、それら各部分に対応する三次元造形物84の部分ごとに粉末材料又は粉末材料の組成比が変更されるため、三次元造形物84の弾力性も造形対象物と同様に部分ごとに異なるものとして実現される。

【0144】したがって、上記のような処理シーケンスを粉末造形方式に適用することで、三次元造形物の弾力性を造形対象物の弾力性と同様の状態に再現することが可能になるのである。

【0145】次に、造形対象物の手触り感等のテクスチャを再現する場合には、供給部51aから粒子径の小さな粉末材料を供給し、供給部51bから粒子径の大きな粉末材料を供給するように構成する。そして、造形用データの各微小平面に対応づけられている触感情報(テクスチャ情報)に基づいて、供給部51a、51bのうちからテクスチャと一致する、又は近い方の一つの供給部を選択する。そして、造形動作を行う際には、選択され

た供給部から粉末材料の供給を行わせることにより、触感情報に示されたテクスチャと近似した手触り感を有する三次元造形物84の生成を行うことが可能になる。図21に示す例において、三次元造形物84のうち領域84aが供給部51aより供給された粉末材料により形成されており、領域84bが供給部51bより供給された粉末材料により形成されているとすると、三次元造形物84の領域84bの部分は比較的粗く、ざらざらした触感が実現されるのに対し、領域84aの部分は比較的滑らかな触感が実現される。

【0146】なお、この場合も、供給部の数を3個以上で構成し、それぞれの供給部から粒子径の異なる粉末材料を供給するように構成すれば、上記と同様に最もテクスチャ情報に近い一つの供給部を選択するように実現するだけで、造形対象物の触感をより忠実に再現することが可能になる。

【0147】図24は、三次元造形システム100において三次元造形物の手触り感等のテクスチャを再現する粉末造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【0148】まず、データ生成装置1が造形対象物の手触り感、すなわちテクスチャに関する触感情報(テクスチャ情報)を形状データであるSTLデータに付加し、データ処理装置10が造形用データを生成する。そして、粉末造形装置50の制御部21にその造形用データが与えられる(ステップS600)。そして、粉末造形装置50の制御部21は、造形用データに設定された各微小平面のテクスチャに関する触感情報(テクスチャ情報)から、その部分のテクスチャを実現するための粉末材料の組成比を計算する(ステップS602)。ここでの計算は、テクスチャ情報より粉末材料の大きさ(より具体的には、直徑D2)を所定の演算処理を行うことによって求め、単位体積当たりの粉末材料の平均的な大きさが演算によって求められた直徑D2に等しくなるよう、大きさの異なる粉末材料の組成比を求めることにより行われる。なお、この処理は造形用データに含まれる微小平面の全てについて行われる。

【0149】そして、制御部21は、造形用データが示す立体的な形状データから一層ごとの造形動作に用いられる、複数平面でスライスした断面形状を求める(ステップS604)。

【0150】そして、制御部21は昇降駆動部59を駆動させてステージ57の上面側又は三次元造形物84の上端側に一層分の空きスペースを形成するとともに、複数の断面形状のうちから造形対象となる一層分の断面形状を抽出する(ステップS606)。そして、制御部21は組成比に応じて複数の粉末材料を混合部511にて混合し(ステップS608)、所定位位置に混合した粉末材料を供給するとともに、伸展ローラ53によって粉末層を形成する(ステップS610)。そして、制御部2

1はヘッド部54を駆動し、断面形状に応じて接着剤を吐出して、断面形状に対応する部分の粉末材料を固着させる（ステップS612）。

【0151】その後、制御部21は、最後の層形成が完了したか否かを判断し（ステップS514）、「YES」であればステージ57上に所望の三次元造形物84が完成したことになるため、処理を終了させるとともに、「NO」であれば最後の層形成が完了するまでステップS606～S612の処理を繰り返す。

【0152】以上のような処理によって得られる三次元造形物84は、造形対象物の外形と同様の形状を有しているとともに、その表面に吐出された大きさの異なる粉末材料によって造形対象物の手触り感と同様の手触り感を有している。また、造形対象物の手触り感が部分ごとに異なっている場合には、それら各部分に対応する三次元造形物84の部分ごとに表面に吐出される粉末材料の大きさが異なったものとして形成されるため、三次元造形物84の手触り感も造形対象物と同様に部分ごとに異なったものとして実現される。

【0153】したがって、上記のような処理シーケンスを粉末造形方式に適用することで、三次元造形物のテクスチャ、すなわち手触り感を造形対象物のそれと同様の状態に再現することが可能になるのである。

【0154】なお、上記の説明においては、造形対象物の弾力性を再現する場合と、テクスチャを再現する場合とを分けて説明したが、これらを同時に実現することも勿論可能である。その場合、異なる弾力性を実現するための複数種類の粉末材料を供給することができるよう構成するとともに、異なる大きさの粉末材料を吐出することができるよう構成する。そして、ばね定数Kから供給する粉末材料の種類を決定したり、組成比を決定するとともに、テクスチャ情報から供給する粉末材料の大きさを決定する。これにより、三次元造形物の弾力性と手触り感との双方の触感を造形対象物に一致させることができるのである。

【0155】さらに、この粉末造形装置50においては、弾力性を実現するために複数種類の樹脂を吐出する構成例について示したが、上記の光造形方式の場合と同様に三次元造形物の内部側にばね定数Kに応じた微小穴を形成するようにしてもよい。また、テクスチャを実現するために、上記の光造形方式の場合と同様に、三次元造形物の表面側にテクスチャ情報に応じた微小突起を形成するようにしてもよい。そのように構成すれば、1種類の樹脂材料で、かつ、準備する粉末材料の数も1種類でよいため、装置構成を簡単にすることができます。

【0156】以上は、粉末造形装置50において粉末材料の種類によって三次元造形物の触感を造形対象物のものと同様に実現するものであるが、粉末造形方式の場合には、接着剤の種類を変更することによって触感を異なるように実現することも可能である。この場合の装置構

成を図25に示す。

【0157】図25に示すように、この粉末造形装置50aは、1種類の粉末材料を貯留し、造形部56にその粉末材料を供給する粉末供給部51を有しており、造形部56に供給された粉末材料を伸展ローラ53で伸展させた後、ヘッド部54に設けられた2つのノズル55a、55bから異なる種類の接着剤を吐出するように構成されている。

【0158】そして、造形対象物の弾力性を三次元造形物に再現する際には、ノズル55aから乾燥したときに比較的柔らかくなる接着剤を吐出するとともに、ノズル55bから乾燥したときに比較的硬くなる接着剤を吐出するよう構成し、造形用データに含まれるばね定数Kに応じて吐出する接着剤を選択的に吐出することで、三次元造形物の弾力性を造形対象物の弾力性と同様の状態に再現することが可能になる。

【0159】図26は、この場合の粉末造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【0160】まず、データ生成装置1が造形対象物の柔らかさ、すなわち弾力性に関する触感情報（ばね定数K）を形状データであるSTLデータに付加し、データ処理装置10が造形用データを生成する。そして、粉末造形装置50aの制御部21にその造形用データが与えられる（ステップS700）。そして、粉末造形装置50aの制御部21は、造形用データに設定された各微小平面の弾力性に関する触感情報から、使用する接着剤の選択を行う（ステップS702）。

【0161】そして、制御部21は、造形用データが示す立体的な形状データから一層ごとの造形動作に用いられる、複数平面でスライスした断面形状を求める（ステップS704）。この断面形状が、接着剤を吐出する領域を示すことになる。

【0162】そして、制御部21は昇降駆動部59を駆動させてステージ57の上面側又は三次元造形物84の上端側に一層分の空きスペースを形成するとともに、複数の断面形状のうちから造形対象となる一層分の断面形状を抽出する（ステップS706）。そして、制御部21は所定の粉末材料を用いて造形部56に一層分の粉末層を形成する（ステップS708）。そして、制御部21は、ヘッド部54を移動させつつ、全ての接着剤の吐出位置を求める、それらの吐出位置の全てを通過する走査経路を求める（ステップS710）。そして、制御部21はヘッド部54を駆動し、断面形状に応じて接着剤を選択的に吐出して、断面形状に対応する部分の粉末材料を固着させる（ステップS712）。

【0163】その後、制御部21は、最後の層形成が完了したか否かを判断し（ステップS714）、「YES」であればステージ57上に所望の三次元造形物84が完成したことになるため、処理を終了させるとともに、「NO」であれば最後の層形成が完了するまでステ

ップS706～S712の処理を繰り返す。

【0164】以上のような処理によって得られる三次元造形物84は、造形対象物の外形と同様の形状を有しているとともに、造形対象物の弾力性と同様の弾力性を有することとなる。また、造形対象物の弾力性が部分ごとに異なる場合であっても、それら各部分ごとに吐出される接着剤の選択が変更されるため、三次元造形物84の弾力性も造形対象物と同様に部分ごとに異なったものとして実現される。

【0165】したがって、上記のような処理シーケンスを粉末造形方式に適用することで、三次元造形物の弾力性を造形対象物の弾力性と同様の状態に再現することが可能になるのである。

【0166】また、造形対象物のテクスチャを三次元造形物に再現する際には、ノズル55aから乾燥したときに比較的ざらざら感を有する性質の接着剤を吐出するとともに、ノズル55bから乾燥したときに比較的滑らかな感を有する性質の接着剤を吐出するように構成し、造形用データに含まれるテクスチャ情報に応じて吐出する接着剤を選択的に吐出することで、三次元造形物の弾力性を造形対象物の弾力性と同様の状態に再現することが可能になる。

【0167】図27は、この場合の粉末造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【0168】まず、データ生成装置1が造形対象物のテクスチャに関する触感情報（テクスチャ情報）を形状データであるSTLデータに付加し、データ処理装置10が造形用データを生成する。そして、粉末造形装置50aの制御部21にその造形用データが与えられる（ステップS800）。そして、粉末造形装置50bの制御部21は、造形用データに設定された各微小平面のテクスチャに関する触感情報から、使用する接着剤の選択を行う（ステップS802）。

【0169】そして、制御部21は、造形用データが示す立体的な形状データから一層ごとの造形動作に用いられる、複数平面でスライスした断面形状を求める（ステップS804）。この断面形状が、接着剤を吐出する領域を示すことになる。

【0170】そして、制御部21は昇降駆動部59を駆動させてステージ57の上面側又は三次元造形物84の上端側に一層分の空きスペースを形成するとともに、複数の断面形状のうちから造形対象となる一層分の断面形状を抽出する（ステップS806）。そして、制御部21は所定の粉末材料を用いて造形部56に一層分の粉末層を形成する（ステップS808）。そして、制御部21は、ヘッド部54を移動させつつ、全ての接着剤の吐出位置を求め、それらの吐出位置の全てを通過する走査経路を求める（ステップS810）。そして、制御部21はヘッド部54を駆動し、断面形状に応じて接着剤を選択的に吐出して、断面形状に対応する部分の粉末材料

を固着させる（ステップS812）。

【0171】その後、制御部21は、最後の層形成が完了したか否かを判断し（ステップS814）、「YE」であればステージ57上に所望の三次元造形物84が完成したことになるため、処理を終了させるとともに、「NO」であれば最後の層形成が完了するまでステップS806～S812の処理を繰り返す。

【0172】以上のような処理によって得られる三次元造形物84は、造形対象物の外形と同様の形状を有しているとともに、造形対象物の手触り感と同様の手触り感を有することとなる。また、造形対象物の手触り感が部分ごとに異なる場合であっても、それら各部分ごとに吐出される接着剤の選択が変更されるため、三次元造形物84の手触り感も造形対象物と同様に部分ごとに異なったものとして実現される。

【0173】したがって、上記のような処理シーケンスを粉末造形方式に適用することで、三次元造形物の弾力性を造形対象物の手触り感と同様の状態に再現することが可能になるのである。

【0174】このように接着剤を選択することにより造形対象物の触感を三次元造形物に再現するように構成すれば、粉末材料の供給形態が図25に示すような形態でなくともよい。

【0175】図28は、造形部56の側部に粉末材料を貯留して供給を行う粉末供給部61がある場合の造形動作の概略を示す図である。図28(a)に示すように、粉末供給部61の下部には粉末材料を押し上げるステージ62が設けられており、このステージ62が所定量上昇することによって造形部56の横方向に粉末材料が山盛り状に供給されることになる。そして、伸展ローラ53が粉末供給部61から造形部56の上面側に粉末材料を伸展させることで、一層分の粉末層を形成する。そして、図28(b)に示すように、ヘッド54を移動させて、接着剤を選択的に吐出することで断面形状部分を固着せるとともに、触感を再現していく。このような動作を繰り返すことによって、図28(c)に示すように、造形部56に三次元造形物84の完成品を生成することが可能になる。

【0176】<5. 変形例>以上、この発明の実施の形態について説明したが、この発明は上記に説明した内容のものに限定されるものではない。

【0177】例えば、上記説明においては、光造形方式、インクジェット造形方式、粉末造形方式を例に挙げて説明したが、他の造形方式であっても適用することができることは勿論である。

【0178】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、形状データと触感情報とに基づいて、対象物の形状及び触感を再現するための造形用データを生成するように構成されているため、対象物の形状及び触

31

感を再現することの容易なデータを生成することができる。

【0179】請求項2に記載の発明によれば、触感情報に基づいて、形状データの示す形状を変形させることによって、造形用データを生成するため、変形された形状を再現すれば、対象物の触感が再現されることになる。

【0180】請求項3に記載の発明によれば、形状データと触感情報とを関連づけて記憶するように構成されているため、形状と触感との双方を再現するための情報を含ませることができる。

【0181】請求項4に記載の発明によれば、触感情報が、対象物の触感を測定することによって得られる情報であるため、対象物の実際の触感に忠実な情報を得ることができます。

【0182】請求項5に記載の発明によれば、触感情報が、対象物の複数の部分のそれぞれについて、触感に関する情報を有するため、対象物の部分ごとの触感を再現するためのデータを生成することができる。

【0183】請求項6に記載の発明によれば、触感情報が、対象物の柔らかさに関する情報と対象物のテクスチャに関する情報との少なくとも一方を有するため、対象物の柔らかさとテクスチャとの少なくとも一方を再現するためのデータを生成することができる。

【0184】請求項7に記載の発明によれば、対象物の形状に関する形状データと、対象物の触感に関する触感情報とに基づいて、造形手段を制御するように構成されているため、対象物の形状及び触感を再現した三次元造形物を生成することができる。

【0185】請求項8ないし請求項12に記載の発明によれば、各方式の三次元造形によって、対象物の触感を再現した三次元造形物を生成することができる。

【0186】請求項13に記載の発明によれば、触感情報が、対象物の触感を測定することによって得られる情報であるため、対象物の実際の触感に忠実な三次元造形物を生成することができる。

【0187】請求項14に記載の発明によれば、触感情報が、対象物の複数の部分のそれぞれについて、触感に関する情報を有するため、対象物の部分ごとの触感を再現するためのデータを生成することができる。

【0188】請求項15に記載の発明によれば、触感情報が、対象物の柔らかさに関する情報と対象物のテクスチャに関する情報との少なくとも一方を有するため、生成される三次元造形物の柔らかさとテクスチャのうちの少なくとも一方を対象物のものと同様に実現することができる。

【0189】請求項16に記載の発明によれば、対象物の形状に関する形状データを入力するとともに、対象物の触感に関する触感情報を入力し、形状データと触感情報とを関連づけて記憶するため、形状と触感との双方を再現するための情報を含ませることができます。

32

【0190】請求項17に記載の発明によれば、対象物の形状に関する形状データを入力するとともに、対象物の触感に関する触感情報を入力し、形状データと触感情報とに基づいて、対象物の形状及び触感を再現するための造形用データを生成するため、形状と触感との双方を再現するための造形用データを生成することができる。

【0191】請求項18に記載の発明によれば、対象物の形状に関する形状データと、対象物の触感に関する触感情報とを入力し、形状データと触感情報とに基づいて、所定の造形手段を制御することにより、三次元造形物を生成するため、対象物の形状及び触感を再現した三次元造形物を生成することができる。

【0192】請求項19ないし請求項21に記載の発明によれば、対象物の形状に関する形状データと、対象物の触感に関する触感情報とが関連づけられたデータ構造を有するため、このデータを用いれば対象物の形状及び触感を再現した三次元造形物を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】三次元造形システムの一構成例を示す概念図である。

【図2】STLデータを示す概念図である。

【図3】弾力性を測定するための概念図である。

【図4】形状と触感とが対応づけられたSTLデータの概念図である。

【図5】三次元造形システムの一構成例を示す概念図である。

【図6】光造形方式の三次元造形装置である光造形装置を示す図である。

【図7】弾力性を再現する光造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【図8】ばね定数と微小穴の直径との関係を示す図である。

【図9】微小穴形状の付加を概念的に示す図である。

【図10】制御部による光源のON/OFF制御の例を示す図である。

【図11】テクスチャを再現する光造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【図12】テクスチャ情報と微小突起の直径との関係を示す図である。

【図13】微小突起形状の付加を概念的に示す図である。

【図14】微小突起形状の付加を概念的に示す図である。

【図15】制御部による光源のON/OFF制御の例を示す図である。

【図16】インクジェット造形方式の三次元造形装置であるインクジェット造形装置を示す図である。

【図17】弾力性を再現するインクジェット造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【図18】ある樹脂材料の組成比率とばね定数との関係

33

を示す図である。

【図19】インクジェット造形方式の三次元造形装置であるインクジェット造形装置を示す図である。

【図20】テクスチャを再現するインクジェット造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【図21】粉末造形方式の三次元造形装置である粉末造形装置を示す図である。

【図22】任意の弾力性を実現するために粉末材料を混合する構成を示す図である。

【図23】弾力性を再現する粉末造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【図24】テクスチャを再現する粉末造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【図25】粉末造形方式の三次元造形装置である粉末造形装置を示す図である。

【図26】弾力性を再現する粉末造形の処理シーケンスを示すフローチャートである。

【図27】テクスチャを再現する粉末造形の処理シーケ

34

ンスを示すフローチャートである。

【図28】他の粉末造形動作の概略を示す図である。

【符号の説明】

1 データ生成装置

1 a STLデータ生成部

1 b 觸感情報入力部

2 觸感情報生成部

10 データ処理装置

11 STLデータ入力部

13 データ処理部

20, 20 a 三次元造形装置

21 制御部

22 造形機構部

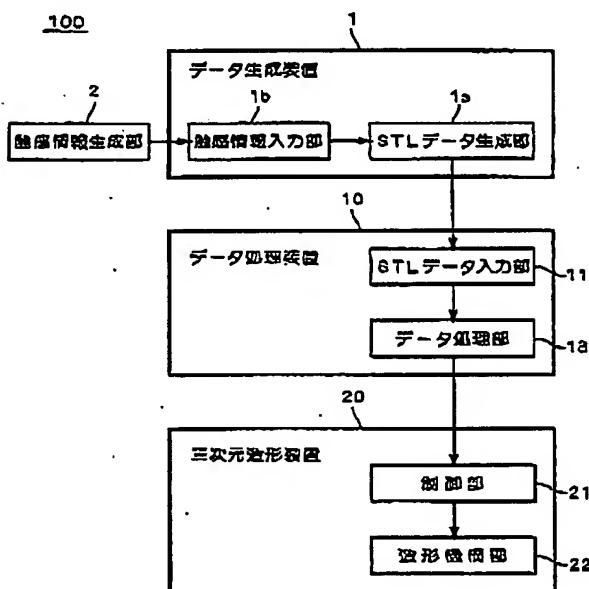
30 光造形装置

40 インクジェット造形装置

50, 50 a 粉末造形装置

100, 100 a 三次元造形システム

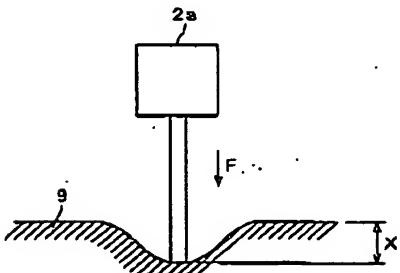
【図1】



【図2】

| | |
|------|---------------|
| 図：P1 | 法線ベクトルデータ DN1 |
| | 第1頂点データ DA1 |
| | 第2頂点データ DB1 |
| 図：P2 | 第3頂点データ DC1 |
| | 法線ベクトルデータ DN2 |
| | 第1頂点データ DA2 |
| 図：P3 | 第2頂点データ DB2 |
| | 第3頂点データ DC2 |
| | 法線ベクトルデータ DN3 |
| 図：P4 | 第1頂点データ DA3 |
| | 第2頂点データ DB3 |
| | 第3頂点データ DC3 |
| ⋮ | ⋮ |

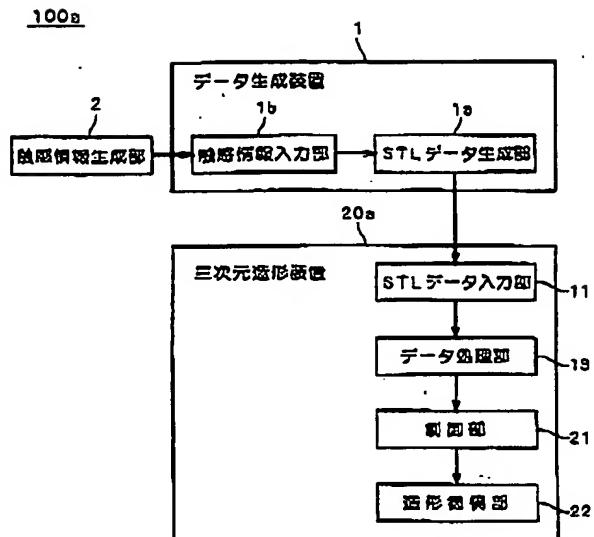
【図3】



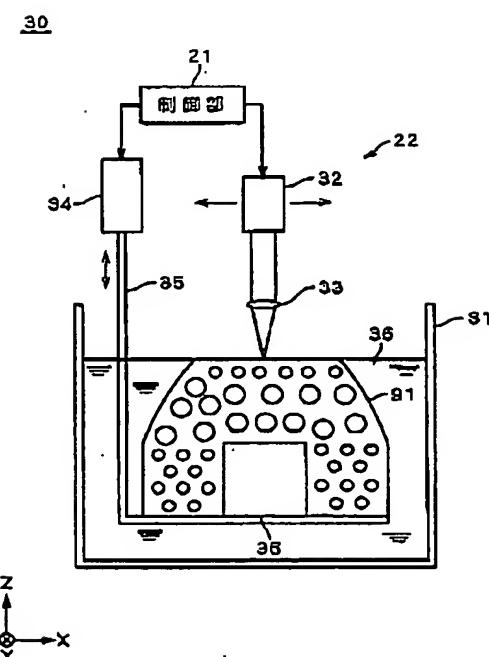
【図4】

| | |
|------|--|
| 固:P1 | 法線ベクトルデータ DN1 第1頂点データ DA1 第2頂点データ DB1 第3頂点データ DC1 触感情報 OF1 |
| 固:P2 | 法線ベクトルデータ DN2 第1頂点データ DA2 第2頂点データ DB2 第3頂点データ DC2 触感情報 DF2 |
| 固:P3 | 法線ベクトルデータ DN3 第1頂点データ DA3 第2頂点データ DB3 第3頂点データ DC3 触感情報 DF3 |
| : | : |

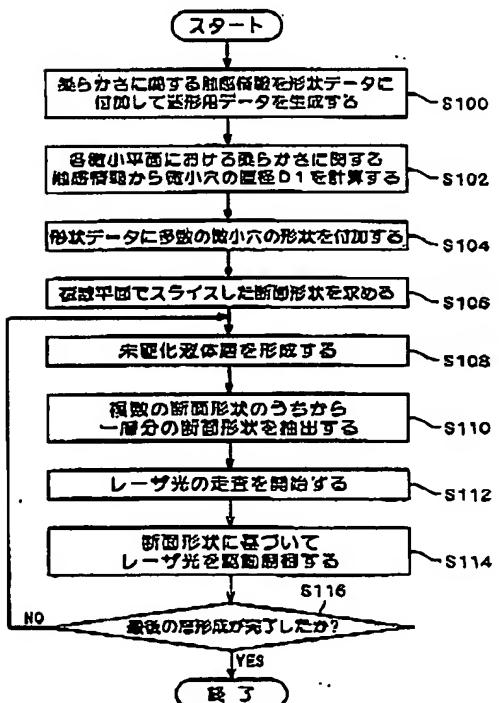
【図5】



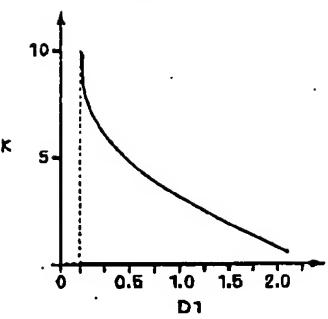
【図6】



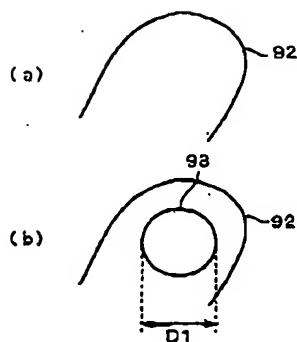
【図7】



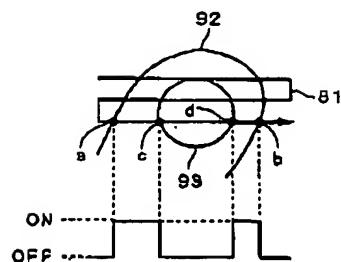
【図8】



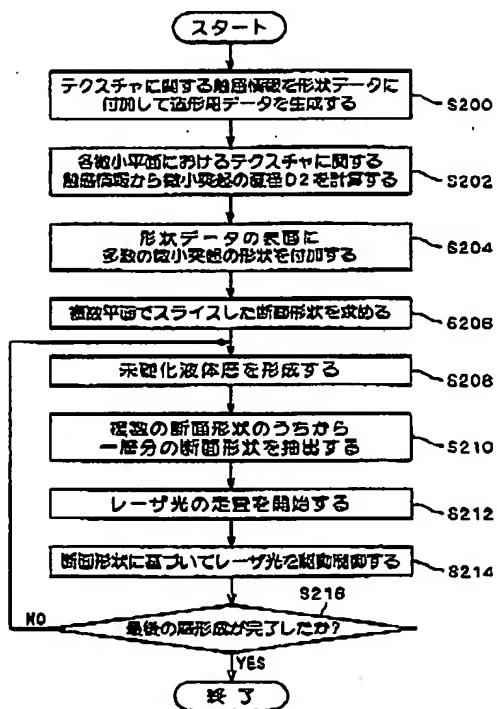
【図9】



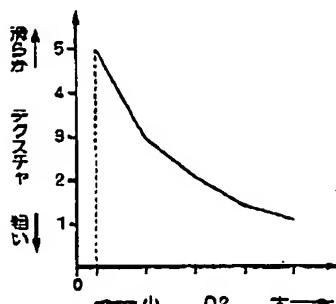
【図10】



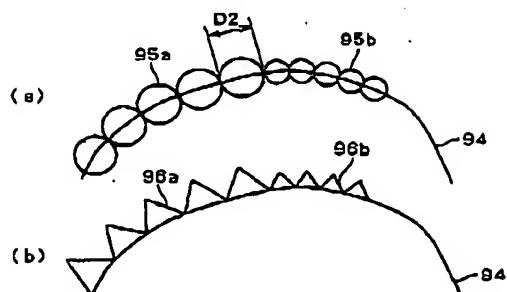
【図11】



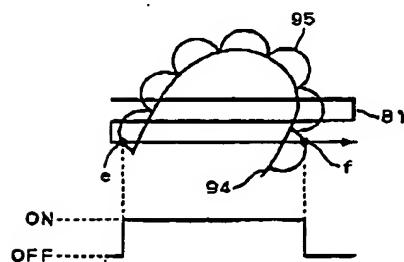
【図12】



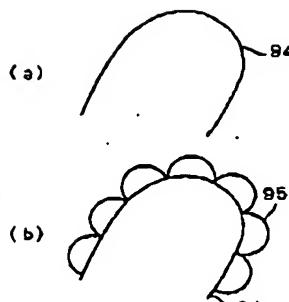
【図13】



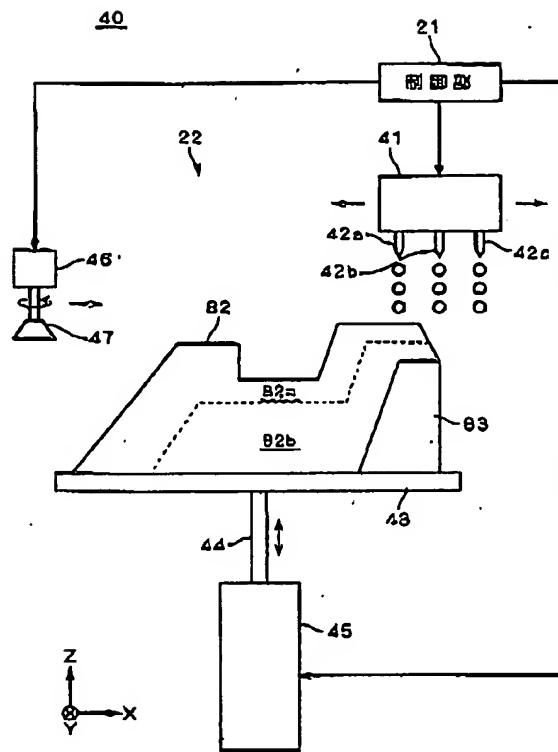
【図15】



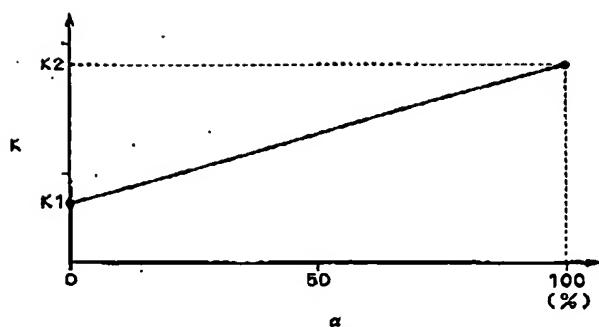
[图14]



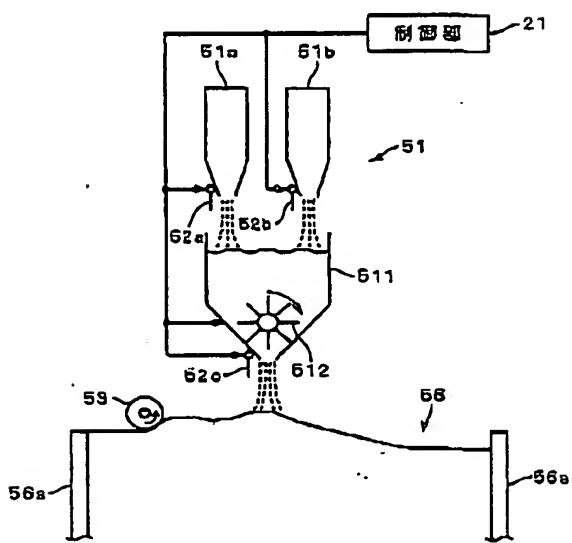
〔图16〕



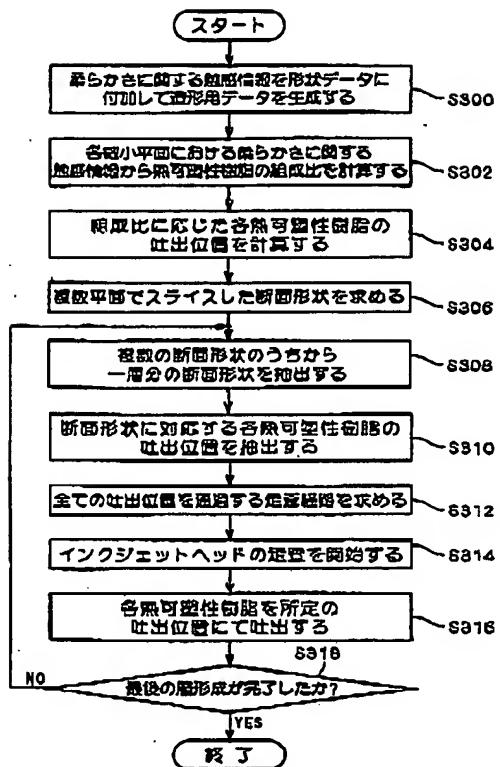
[图.18]



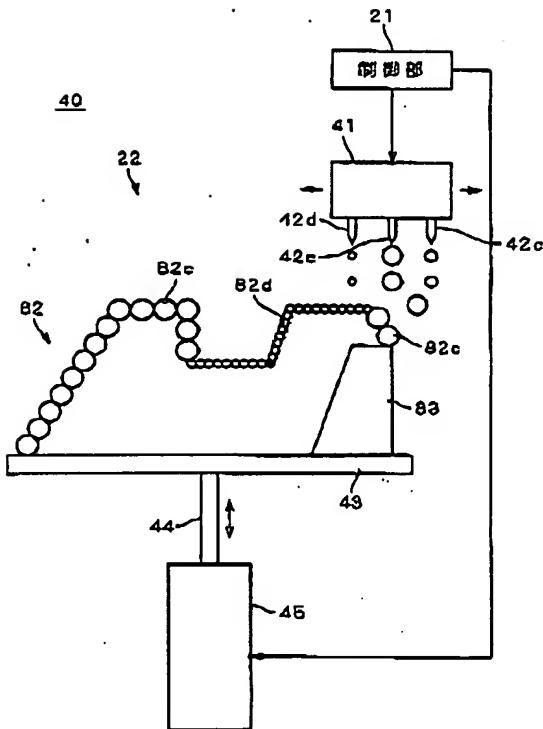
[図22]



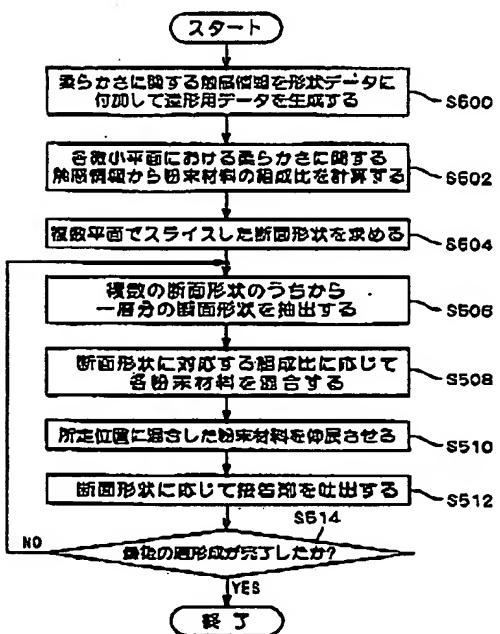
【図17】



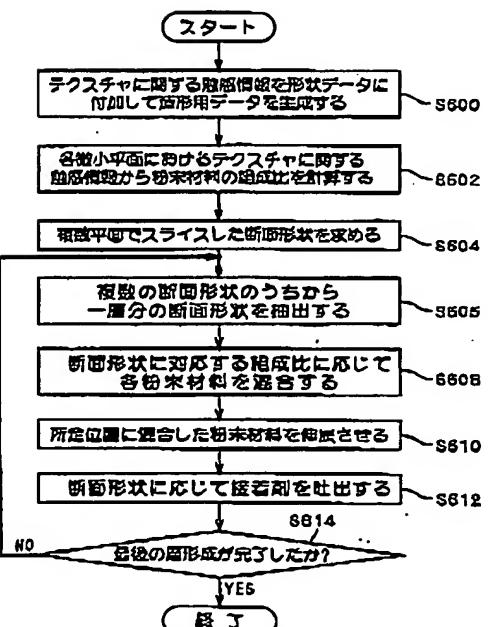
【図19】



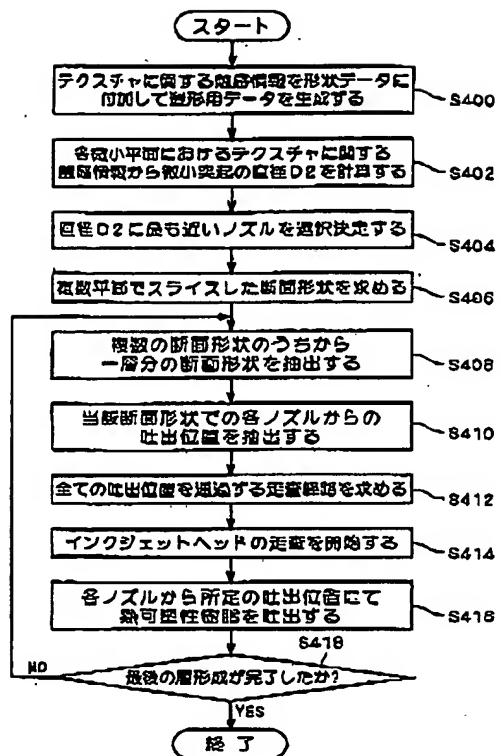
【図23】



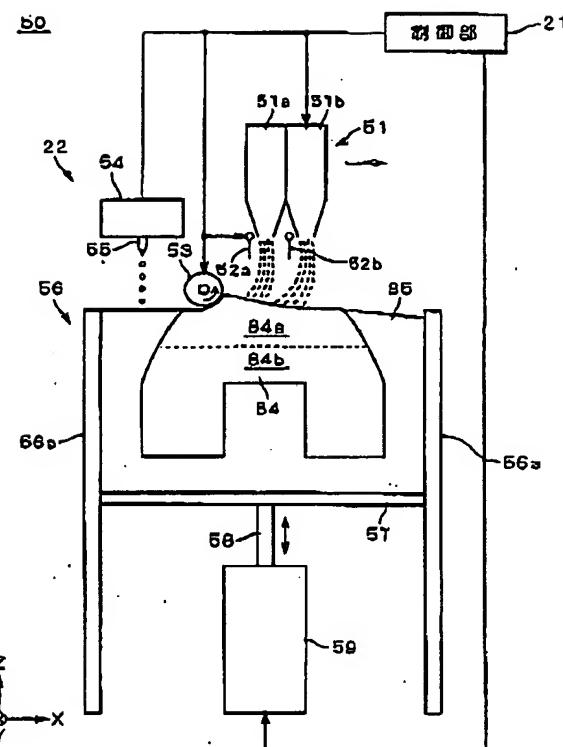
【図24】



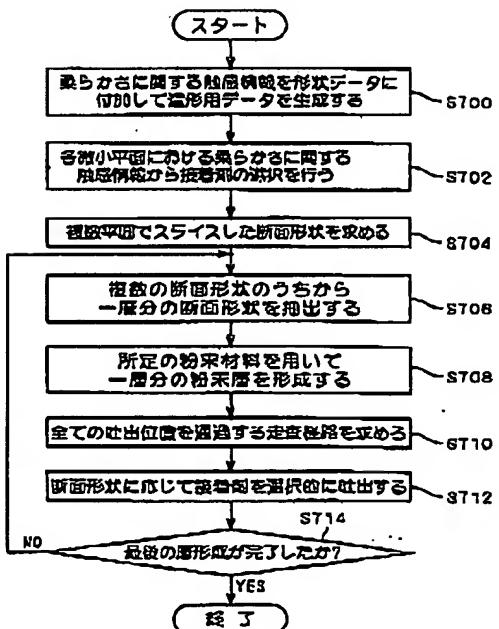
【図20】



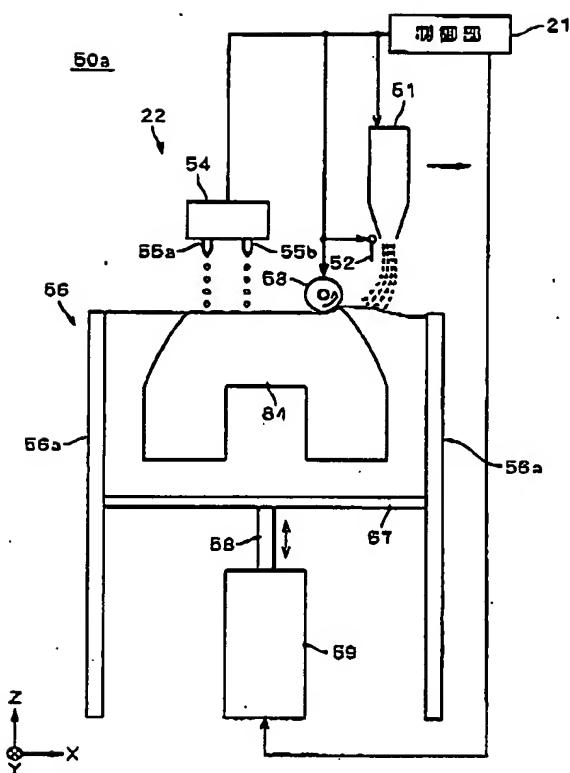
【図21】



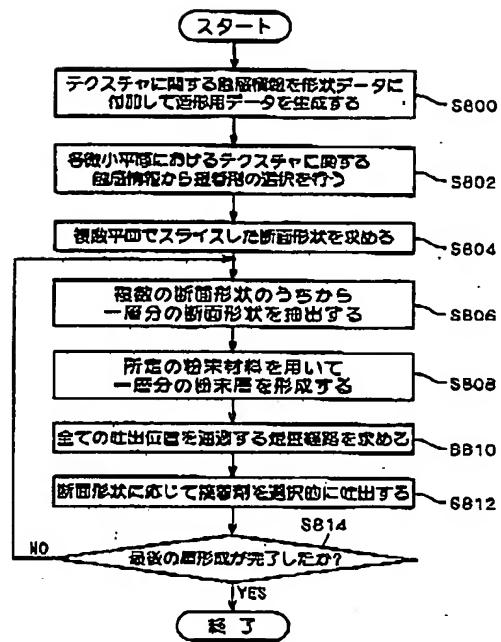
【図26】



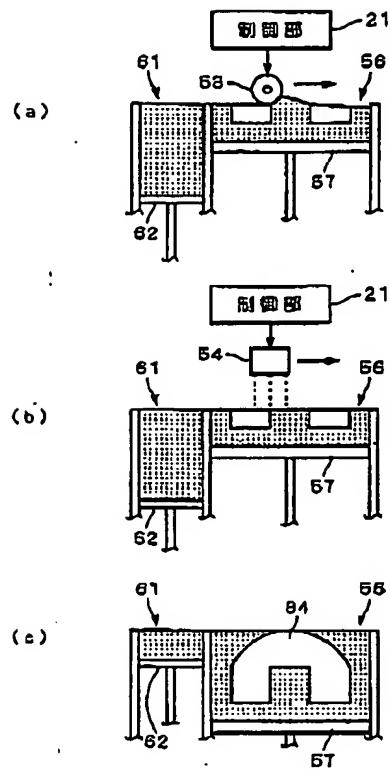
【図25】



【図27】



【図28】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.